o(49.3)151
cv

FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

LIBRARY
OF THE
AMERICAN MUSEUM
OF NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.06(49.3

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XXIII — 20 JANVIER 1913

(TRENTE-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME LXXIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1913

22.88514 June 27

JUBILÉ PROFESSORAL

DE

M. A. VAN GEHUCHTEN

A l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de l'entrée de M. A. Van Gehuchten dans le corps professoral de l'Université catholique de Louvain, un groupe de collègues, d'élèves et d'amis de l'éminent professeur lui ont offert son portrait en témoignage de leur admiration et de leur reconnaissance.

C'est le 1er décembre dernier, aux Halles, dans la Salle des portraits, que se sont célébrées ces noces d'argent académiques, au milieu d'un grand concours de professeurs, de savants, de praticiens et d'étudiants.

La *Société scientifique de Bruxelles* saisit avec empressement cette occasion d'applaudir un de ses membres les plus distingués et de ses conférenciers les plus goûtés ; et la Revue des Questions scientifiques, reconnaissante envers son illustre collaborateur, se fait bien volontiers l'écho de ces fêtes auprès de ses lecteurs.

Parmi les discours qui furent prononcés, nous donnerons, à peu près en entier, celui de M. le Dr Meeus, directeur de la Colonie de Gheel, qui retrace à grands traits l'œuvre du savant et du professeur ; nous le ferons suivre de larges extraits du discours de réponse de M. Van Gehuchten.

Après un hommage de reconnaissance émue adressé à ses anciens Maîtres de l'Université de Louvain, M. le Dr Meeus aborde la carrière scientifique du héros de la fête :

Je désire, dit-il, ne pas faire d'histoire trop ancienne ! Certains génies — artistiques il est vrai — étaient déjà des maîtres du clavecin ou du pinceau avant l'âge de raison. Je ne pense pas que M. le Prof. Van Gehuchten ait fait du Golgi à l'âge de quinze ans et je n'ai pas voulu rechercher si, plus tôt encore, il fut ou non un enfant prodige. Mais je sais — et ceci est plus intéressant — je sais que lors de son deuxième examen de candidature en sciences naturelles, il fut remarqué par feu le Prof. Jean-Baptiste Carnoy, qui l'invita à venir travailler à son laboratoire.

Le professeur Carnoy était un fin connaisseur d'hommes et il n'invitait qu'à bon escient. Son laboratoire de la rue du Canal était le rendez-vous des meilleurs étudiants des Facultés des sciences et de médecine ; beaucoup de ses anciens élèves sont devenus des maîtres à leur tour ou occupent des situations en vue.

Le jeune Van Gehuchten vint donc travailler assidûment au laboratoire du professeur Carnoy et s'y forma sous la rude discipline scientifique de ce Maître incomparable. Il y gagna une tournure d'esprit positive, revêche aux vaines hypothèses et instinctivement défiante vis-à-vis de toute théorie que l'observation ou l'expérience ne permettrait pas de contrôler.

Tout en travaillant au laboratoire du professeur Carnoy, le jeune étudiant prépara et subit avec la plus grande distinction l'examen de docteur en sciences naturelles. Il s'en fut alors étudier à l'étranger, surtout à Berlin et à Francfort. En 1887, il revenait définitivement à Louvain, appelé par les autorités académiques pour enseigner une partie du cours d'anatomie systématique.

M. le Prof. Van Gehuchten avait alors vingt-six ans. Jeune, enthousiaste, doué par la Providence de facultés extraordinaires d'intelligence et d'énergie, formé à bonne école par des maîtres éminents, il n'avait plus qu'à faire fructifier, par le travail personnel, ses heureuses qualités ; il pouvait sans crainte aborder les plus épineux problèmes scientifiques.

Sa première publication date de 1886. C'est une étude sur la structure intime de la cellule musculaire. Elle est tout imprégnée des idées géniales de Carnoy sur le réseau protoplasmatique et l'unité de structure de la cellule, dans quelque organe ou chez quelque être vivant qu'on examine celle-ci. Cette étude fut suivie de plusieurs publications se rapportant aussi à des recherches de biologie générale.

En 1890 paraissent les premières recherches de M. le Prof. Van Gehuchten dans le domaine si spécial de la neurologie où depuis lors il s'est posé en maître. C'est une étude faite, par la méthode de Golgi, sur la muqueuse olfactive des mammifères.

Il faut croire que ce premier contact avec une matière aussi captivante et aussi neuve que l'était alors, et que l'est d'ailleurs encore aujourd'hui, l'étude du système nerveux central, fit une impression profonde sur M. le Prof. Van Gehuchten, puisqu'elle orienta définitivement le sens de toute son activité scientifique ; depuis lors, en effet, il ne produit plus que des études de neurologie normale ou pathologique.

Le jeune Maître vient donc de trouver sa voie ! Que lui importent maintenant les maigres ressources dont il dispose ! Que lui importent l'indigence, l'exiguïté, la nudité de son petit laboratoire : une annexe à la salle de dissection de l'Institut Vésale ! Il part, et depuis vingt-deux ans c'est une suite ininterrompue, pressée, de recherches et de publications qui rivalisent d'intérêt ou d'importance. Nous ne savons ce qu'il faut admirer

le plus, ou son inlassable ardeur, son enthousiasme grandissant, sa prodigieuse facilité de travail, son inépuisable fertilité, sa sévérité et sa scrupuleuse exactitude dans les observations, sa grande réserve et son calme bon sens scientifique, ou encore sa patience de bénédictin s'appliquant à rechercher quelque faisceau de fibres nerveuses perdu dans l'obscur dédale de l'axe cérébro-spinal.

Il est difficile de donner une idée adéquate de l'œuvre scientifique si vaste de M. le Prof. Van Gehuchten : le temps ne me permet d'ailleurs pas d'en faire une analyse détaillée. Je tenterai cependant de résumer son œuvre en un aperçu général aussi compréhensif que possible. Je ne suivrai donc pas l'ordre chronologique des publications, mais je classerai celles-ci en quatre groupes systématiques.

Le premier comprendra les recherches relatives à la signification du neurone et à la structure intime du système nerveux ; le second contiendra les études sur l'origine et la terminaison réelles des nerfs périphériques et sur le trajet de certains faisceaux de neurones dans l'axe cérébro-spinal. Je réunirai dans le troisième des publications sur divers points ressortissant à la pathologie nerveuse. Enfin le quatrième groupe se composera de publications magistrales à l'usage des étudiants et du corps médical.

Examinons d'abord le premier groupe se rapportant à *l'étude du neurone et de la structure intime du système nerveux.*

De 1890 à 1896, dans une série remarquable de publications portant notamment sur la structure des centres nerveux, sur le bulbe olfactif, sur la structure des lobes optiques, sur l'innervation des poils, sur les cellules nerveuses du sympathique, sur les terminaisons nerveuses intraépidermiques, sur les ganglions

cérébro-spinaux, le jeune professeur de Louvain assoit sur des bases inébranlables la conception du neurone tel que nous le connaissons aujourd'hui. La cellule nerveuse et la fibre nerveuse qui en part ne forment qu'un seul élément biologique, le neurone. Celui-ci comprend un corps cellulaire et des prolongements protoplasmatiques à conduction cellulipète, et un prolongement cylindraxile à conduction cellulifuge. Tous ces prolongements protoplasmatiques ou cylindraxiles se terminent librement ; il n'existe donc pas de réseau nerveux comme le croyait Gerlach. Considérée dans le neurone, la conduction nerveuse s'exerce des prolongements protoplasmatiques vers le corps cellulaire et du corps cellulaire vers le cylindraxile. La conduction nerveuse d'un neurone à l'autre se fait par simple contiguïté des dernières ramifications du cylindraxile d'un neurone, avec les prolongements protoplasmatiques du neurone voisin. Sous quelque point de vue qu'on l'envisage, le neurone apparaît comme une unité indépendante et fondamentale, et cette conception est la base solide sur laquelle M. le Prof. Van Gehuchten pourra étayer plus tard toutes ses recherches sur l'origine réelle des nerfs, comme aussi sur le trajet des faisceaux de fibres dans l'axe cérébro-spinal.

La conception du neurone est attachée intimement à la méthode de coloration des éléments nerveux par les sels d'argent ou méthode de Golgi : elle colore d'une façon extraordinairement nette le corps cellulaire, les prolongements et leurs dernières ramifications ; elle paraît ainsi comme une méthode de dissection anatomique appliquée, avec un rare bonheur, aux plus fragiles éléments du système nerveux. Mais, à d'autres points de vue, elle est plutôt grossière, car elle ne laisse apparaître aucun détail de la structure intime de la cellule nerveuse. Cette admirable structure, avec les modifications qui s'y produisent, M. le

Prof. Van Gehuchten va l'étudier désormais par la méthode de Nissl au bleu de méthylène, méthode aussi simple dans sa pratique qu'admirable dans les déductions qu'elle autorise.

Cette longue et fructueuse série de recherches au bleu de méthylène s'ouvre en 1897 par un magistral rapport au Congrès international de médecine de Moscou sur l'anatomie fine de la cellule nerveuse, et elle se clôture, vers l'année 1900, par les ingénieuses découvertes sur la nature des lésions de la rage. Elles sont toutes fondées sur le phénomène de la chromatolyse, phénomène extrêmement captivant et qui permet de saisir sur le vif les moindres réactions défensives de la cellule nerveuse vis-à-vis d'agents nocifs qui viennent troubler sa vitalité. M. le Prof. Van Gehuchten y a consacré de nombreux mémoires, et, pendant des années, lui-même et ses élèves ont dépensé le meilleur de leur temps et de leur science à étudier les diverses conditions de sa production, soit sous l'influence de traumatismes variés atteignant directement le nerf périphérique, soit sous l'influence de causes générales : troubles circulatoires, intoxications, infections, etc.

Ces recherches, pour être d'une nature absolument spéciale, n'en sont pas moins d'un grand intérêt pratique. Comme nous le verrons tantôt, elles sont la base des études faites sur l'origine réelle des nerfs moteurs. Elles ont aussi suscité de nombreux travaux de *pathologie* nerveuse, et furent même appliquées à l'étude, encore si complexe, des lésions organiques dans les affections mentales, notamment dans la démence précoce. Elles ont amené M. le Prof. Van Gehuchten à ses fameuses recherches et à ses découvertes intéressantes sur l'anatomie pathologique de la rage.

Grâce à ses travaux et à ceux de son distingué

collaborateur, M. le Dr Nelis, nous savons que le processus pathologique de la rage affecte une électivité spéciale pour les ganglions sympathiques, spinaux et cérébraux, et qu'il produit, dans les cellules nerveuses de ces ganglions, des modifications primaires de nature chromolytique, comme aussi des modifications secondaires dues à la prolifération active de la capsule endothéliale de la cellule nerveuse. Cette prolifération amène la destruction de la cellule nerveuse et la formation de nodules rabiques caractéristiques. Ces lésions sont constantes chez l'homme et chez l'animal morts de la rage due au virus de la rue ; la constatation de ces lésions peut donc avoir une importance décisive pour le diagnostic et le traitement de cas de rage.

Par tout ce qui précède, nous voyons que M. le Prof. Van Gehuchten a contribué d'une façon aussi brillante que décisive aux travaux qui ont permis à la science moderne de fonder sur une base solide nos connaissances relatives à la cellule nerveuse et à la structure intime de l'axe cérébro-spinal. Ce résultat définitivement acquis — et il devait être le premier en date pour permettre l'étude ultérieure des diverses parties composant le système nerveux — M. le Prof. Van Gehuchten aborda d'autres problèmes, dont nous parlerons tantôt. La biologie nerveuse continue sans doute à l'intéresser, comme le démontrent les travaux de ses élèves et collaborateurs au Névraxe; mais cette étude n'a plus d'intérêt aussi immédiat. Si, de temps à autre, le Maître y revient lui-même, c'est pour défendre, avec un sens critique judicieux, la théorie de la polarisation dynamique des prolongements de la cellule nerveuse et la conception du neurone, contre les thèses hasardeuses de Bethe, d'Apathy et de Nissl.

Abordons maintenant le deuxième groupe de recherches, à savoir celles se rapportant *à l'origine*

réelle des nerfs moteurs et au trajet de fibres nerveuses dans l'axe cérébro-spinal.

C'est en 1898 que nous voyons M. le Prof. Van Gehuchten entreprendre d'une façon méthodique cet ensemble de recherches, dont il est à peine besoin de signaler l'importance tant au point de vue de l'anatomie et de la physiologie que de la pathologie nerveuse.

La méthode employée consiste tantôt dans la section, tantôt dans la rupture, plus souvent encore dans l'arrachement du nerf. Les modifications de nature chromolytique, survenues dans les cellules nerveuses, sont étudiées au bleu de méthylène, celles de nature dégénérative, survenues dans les fibres nerveuses, par la technique de Marchi à l'acide osmique.

A toutes ces recherches, M. le Prof. Van Gehuchten a su donner une précision jusqu'alors inconnue, grâce à une nouvelle méthode découverte par lui et qui est basée sur le phénomène de la dégénérescence wallérienne indirecte.

D'après la loi de Waller, la section d'un nerf est suivie d'une dégénérescence descendante du bout périphérique, pendant que le bout central se conserve intact. Dans un rapport très fouillé présenté au Congrès international de médecine tenu à Madrid en 1903, M. le Prof. Van Gehuchten démontre que si, au lieu de sectionner un nerf, on l'arrache, non seulement le bout périphérique dégénère, mais aussi le bout central. Cette dégénérescence du bout central n'est pas rétrograde, mais descendante et absolument analogue à celle du bout périphérique ; seulement, au lieu d'être directement due à la séparation du nerf, elle est due à l'atrophie des cellules d'origine lésées à mort par ce traumatisme violent. C'est donc une dégénérescence wallérienne indirecte, et elle s'observe non seulement dans le système nerveux périphérique, mais aussi dans le système nerveux central. Elle constitue ainsi une

méthode extrêmement précise pour étudier, à la coloration de Marchi, le trajet intracérébral ou médullaire des nerfs moteurs et de certaines voies nerveuses centrales.

Ne se rebutant devant aucune peine, remettant même sur le métier des travaux déjà faits avant la précieuse découverte de la dégénérescence wallérienne indirecte, M. le Prof. Van Gehuchten s'acharne à localiser exactement l'origine réelle des nerfs moteurs et la terminaison centrale des nerfs sensitifs. Après avoir identifié — Dieu sait par combien d'expériences ! — *chacun* des nerfs périphériques, il entreprend dans la même intention l'étude si complexe de certaines voies nerveuses centrales, telles les voies acoustique et olfactive, les connexions centrales du noyau du Deiters, le pédoncule cérébelleux supérieur, le faisceau cérébello-bulbaire, etc. Je ne puis malheureusement pas insister sur les brillants résultats de toutes ces ingénieuses recherches où la physiologie même eut sa part ; signalons notamment l'étude sur les fibres inhibitives du cœur, problème tant de fois agité par les plus célèbres physiologistes, et que M. le Prof. Van Gehuchten résout en rattachant directement ces fibres, non au nerf spinal, mais au nerf pneumogastrique lui-même.

Au milieu du déluge de publications confuses, mal digérées, intentionnellement et inutilement longues qui aujourd'hui menacent de submerger le bénévole lecteur, les publications de M. le Prof. Van Gehuchten et spécialement celles si ardues, si variées, se rapportant à ce deuxième groupe, sont des modèles classiques par leur mesure, leur clarté, leur précision et par la valeur et la nouveauté réelles de leurs conclusions.

Le troisième groupe de recherches auxquelles s'est intéressé M. le Prof. Van Gehuchten, se compose d'*études sur divers problèmes de pathologie nerveuse.*

Il y a d'abord tout un ensemble de publications se rapportant à la pathologie du *neurone moteur central* ou de la voie pyramidale. Elles s'ouvrent par l'étude de la pathogénie de la maladie de Little, se continuent par l'analyse minutieuse d'états de compression de la moelle et du mésencéphale, d'états hémi- et paraplégiques, et elles aboutissent à une série d'interprétations des plus rationnelles sur la tonicité nerveuse, la spasticité, la contracture, et surtout sur le mécanisme et le siège des mouvements réflexes. M. le Prof. Van Gehuchten démontre que l'état des réflexes tendineux est indépendant de celui de la tonicité musculaire, que la section ou la compression de la moelle s'accompagne chez l'homme non d'une augmentation de tous les réflexes, mais bien de la disparition des réflexes tendineux et des réflexes cutanés des cliniciens, et enfin qu'il y a une espèce de dissociation entre les réflexes tendineux et les réflexes cutanés des cliniciens, notamment dans la paraplégie spastique où les réflexes tendineux sont exaltés tandis que les réflexes cutanés disparaissent.

M. le Prof. Van Gehuchten distingue trois espèces de réflexes :

1) *les réflexes cutanés inférieurs*, appelés encore par lui réflexes de défense, ou réflexes *médullaires*, car ils appartiennent en propre à la moelle ;

2) *les réflexes tendineux*, appelés encore *mésencéphaliques*, parce qu'ils ont leur centre physiologique dans le noyau rouge du mésencéphale ;

3) *les réflexes cutanés supérieurs*, appelés encore réflexes *corticaux*, parce qu'ils ont leur centre physiologique dans le cortex même.

Parmi les autres travaux de pathologie nerveuse, signalons encore ses publications sur la polyomyélite antérieure de l'adulte ; sur la pathogénie du décubitus qui serait dû, dans les états de paraplégie, à l'appari-

tion de la paralysie flasque ; sur le phénomène de Babinski dans les affections organiques et dans l'hystérie ; sur la syringomyélie, sur l'aphasie, sur le réflexe pendulaire de la jambe, etc.

Grâce à sa connaissance approfondie du système nerveux, M. le Prof. Van Gehuchten s'est non seulement révélé un clinicien hors ligne, déterminant avec une précision quasi mathématique le siège des lésions atteignant le système nerveux central, mais il s'est signalé aussi comme un innovateur hardi dans le domaine souvent si ingrat de la thérapeutique, et surtout dans la chirurgie nerveuse. Il guide la main du chirurgien dans les cas de tumeur cérébrale ou médullaire et obtient des résultats inespérés. Dans les cas de névralgie rebelle du trijumeau, se basant sur ses expériences de laboratoire, il propose l'arrachement des branches du nerf pour amener l'atrophie des cellules d'origine et ainsi la disparition du nerf lui-même et de toute douleur. Il modifie l'opération de Foerster et propose avec succès, non la résection toujours difficile des racines postérieures, mais celle bien moins compliquée et plus certaine des filets radiculaires postérieurs.

Ces triomphes cliniques et thérapeutiques sont la récompense et le couronnement des travaux scientifiques purs sortis du laboratoire de l'Institut Vésale. Ils prouvent à ceux qui en douteraient encore que les recherches scientifiques les plus exclusives et les plus désintéressées aboutissent finalement à éclairer les plus obscurs problèmes de la pathologie et deviennent ainsi le fondement indispensable de l'art médical.

Il ne me paraît pas sans intérêt de dire quelques mots sur le mode de publication de cette quantité imposante de travaux d'histologie, d'anatomie et de pathologie nerveuses que nous venons d'analyser succinctement. Avant 1900, ces études paraissent dans des

revues variées et spécialement dans la CELLULE, le JOURNAL DE NEUROLOGIE, le BULLETIN DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE et les Comptes rendus des Congrès. En 1900, l'illustre Maître de Louvain fonde la revue LE NÉVRAXE, recueil de neurologie normale et pathologique, et il forme ainsi une véritable École. Douze volumes ont paru depuis lors et, dans le monde scientifique, LE NÉVRAXE s'est imposé à l'attention soutenue des neurologistes, grâce à son caractère objectif et à la grande valeur des recherches originales qui y sont exposées. Des savants étrangers de haut renom collaborent au NÉVRAXE et viennent même travailler dans ce modeste laboratoire de l'Institut Vésale dont l'activité intelligente de M. le Prof. Van Gehuchten a su faire un centre de rayonnement scientifique, digne des plus célèbres institutions.

Abordons enfin, avec le quatrième groupe de publications qu'il nous reste à examiner, la carrière professorale de M. Van Gehuchten et celles de ses *publications qui se rapportent spécialement à son enseignement universitaire.*

C'est en 1887 que M. Van Gehuchten fut chargé d'une partie du cours d'anatomie descriptive, cours qu'il enseigna bientôt dans son ensemble et auquel il joignit plus tard la pathologie et la clinique nerveuses. Il ne lui fallut pas longtemps pour s'affirmer comme un professeur de très grande valeur, aussi estimé de ses élèves pour la haute conception qu'il a de ses devoirs professionnels que pour la sympathie communicative qui se dégage de tout son enseignement et qui rend ses leçons sur l'anatomie descriptive moins arides et plus agréables à suivre. Ses cours sont des modèles du genre par leur caractère intuitif et leur méthode. A mesure qu'il explique, il dessine au tableau, puis il montre sur le cadavre l'organe qu'il décrit ; il avance ainsi pas à

pas inculquant aux élèves, par les yeux et par l'oreille, les différents détails de la structure du corps humain. Un des premiers, sinon le premier en Belgique, il introduit les projections cinématographiques dans son enseignement, et il les utilise notamment pour démontrer à ses élèves certaines particularités des mouvements dans les affections nerveuses et musculaires.

Mais bientôt la parole et les démonstrations ne lui suffisent plus; il prend la plume et publie une admirable *Anatomie du système nerveux*. D'autres publications suivent. Il produit ainsi toute une bibliothèque de livres classiques, véritable monument élevé à l'honneur de son enseignement et qui montre avec quelle largeur de vues et quelle passion il s'est dévoué, depuis vingt-cinq ans, à cette obscure et parfois fastidieuse besogne de répéter, d'année en année, aux générations d'étudiants qui se succèdent, les éléments d'une science dont il connaît les moindres détails.

Toutes ces publications sont suffisamment connues. Il y a d'abord l'*Anatomie du système nerveux de l'homme*, parue en 1893 et qui en est à sa 4e édition, avec 1000 pages de texte et une abondance extraordinaire de figures. Ce traité se compose d'un exposé doctrinal de toutes les connaissances actuelles sur le système nerveux; il est l'œuvre capitale de M. le Prof. Van Gehuchten qui y a dépensé le meilleur de son érudition et de son expérience scientifiques. Une édition réduite a paru en 1908 sous ce titre : *Les centres nerveux cérébro-spinaux*. Cette édition a spécialement pour but de préparer l'étudiant et le médecin à l'étude de la pathologie nerveuse. De 1906 à 1909, paraît, en trois gros volumes, le *Cours d'anatomie humaine systématique*. Cette édition n'est pas illustrée de gravures, mais il y a des pages blanches intercalées dans le texte et sur lesquelles l'étudiant copie les dessins faits au cours par le professeur. Ceci est un excellent exercice,

l'étudiant se rappelant mieux les détails abstraits de l'anatomie systématique lorsqu'il en a lui-même dessiné les lignes et les reliefs. Enfin M. le Prof. Van Gehuchten m'a communiqué les premières bonnes feuilles d'un *Manuel de pathologie nerveuse*, abondamment illustré, qui paraîtra sous peu et qui promet d'être une œuvre magistrale, digne pendant du traité d'anatomie nerveuse.

Nous savons d'expérience — avouons-le franchement — combien, lors de nos études universitaires, les mille détails de l'anatomie descriptive nous paraissent oiseux, superflus, inutiles, bons tout au plus à hérisser le chemin du doctorat de quelques pièges à loups où devaient se faire pincer les plus faibles. Débarrassée de toute application physiologique ou pathologique immédiate, l'étude de l'anatomie systématique exige une formidable dose de mémoire, et trop souvent l'étudiant, tout en l'apprenant, s'en désintéresse. Plus tard — trop tard souvent — il s'aperçoit que pour être bon clinicien, il faut penser anatomiquement et pouvoir se représenter vivement la structure et la topographie de l'organe qu'on explore. Dans la neurologie, des connaissances anatomiques précises sont absolument indispensables, et on pourrait connaître jusqu'en ses moindres détails toute la séméiologie nerveuse, que cette science serait vaine et sans objet pour celui qui ignorerait les grandes voies nerveuses.

Convaincu de l'importance de la branche qu'il enseigne et qui constitue véritablement la base des études médicales, M. le Prof. Van Gehuchten réserve à son cours une sollicitude extrême, et la grande expérience que lui assurent des années de travail personnel et la réputation dont il jouit dans le monde scientifique, donnent à son enseignement une autorité et un éclat sans pareils.

Heureuse Université, qui possédez un tel savant!

Heureux étudiants, qui vous formez sous l'impulsion scientifique d'un tel Maître !

M. le Professeur, je viens de parcourir, à vol d'oiseau, l'immense terrain où depuis vingt-cinq ans vous avez semé avec enthousiasme et récolté, dans sa pleine maturité, la plus belle et la plus riche des moissons. De cette moisson, j'ai pris au hasard quelques épis pour en faire le bouquet de mon discours, regrettant seulement que la ficelle dont je l'ai lié, soit de si médiocre qualité.

Votre admirable carrière de savant et de professeur se prêterait aux plus beaux élans d'une pompeuse éloquence, mais je me suis souvenu que les plus belles paroles ne valent pas le moindre geste et que votre vie elle-même est une vie sans phrases, donnée tout entière au travail et aux choses les plus positives. De flatteuses distinctions honorifiques ont rehaussé l'éclat de votre carrière : Vous avez remporté des prix nombreux, entre autres, le prix quinquennal des sciences médicales ; vous êtes chevalier de l'Ordre de Léopold, membre effectif de l'Académie royale de médecine, et membre de nombreuses sociétés scientifiques du pays et de l'étranger. Mais je suis encore trop sous l'impression de vos admirables travaux, de votre carrière si exceptionnellement méritante, et je connais d'autre part trop bien la valeur relative des distinctions, quelque rares qu'elles soient, pour y chercher une mesure, même approximative, de vos qualités personnelles. Je préfère ne pas y insister et je voudrais simplement ajouter qu'à vous, M. le Professeur, s'applique à juste titre cette fière devise d'une des plus nobles familles belges : *Plus d'honneur que d'honneurs !*

. . . . . .

Dans son éloquent discours de réponse, que nous

regrettons de ne pouvoir citer en entier, après avoir remercié tous ceux qui ont bien voulu s'associer à cette manifestation jubilaire, M. Van Gehuchten nous donne d'intéressants détails sur la genèse de ses recherches. Voici le laboratoire où il eut l'honneur de compter, parmi ses élèves, S. É. le cardinal Mercier, archevêque de Malines :

Ce n'est pas sans un sentiment de légitime fierté que je me rappelle les jours déjà lointains, où, brillant et éloquent professeur de philosophie thomiste dans une chaire hautement réputée, sentant le besoin impérieux de connaître l'organe dont il scrutait et analysait avec une si haute compétence les fonctions délicates et complexes, M. le chanoine Mercier est venu travailler, comme un simple étudiant, dans le laboratoire de neurologie de la rue des Récollets, si on peut donner ce nom de laboratoire, nom mystérieux et évocateur de choses étranges, à cette pauvre petite chambrette de quelques mètres carrés de surface, accolée à la salle d'amphithéâtre, au bord de la Dyle à cette époque encore non voûtée, abri insuffisant non seulement contre les froides et humides journées de l'hiver, mais surtout contre les chaleurs accablantes de l'été. Et cependant quelles bonnes journées nous y avons passées ! Si l'espace et la lumière nous étaient répartis d'une façon par trop parcimonieuse, si au temps des fortes chaleurs le toit de zinc et de vitre nous obligeait bien souvent à abandonner momentanément la place, nous avions par contre un outillage suffisant et du matériel en abondance.

C'était à l'époque où la méthode de Golgi venait de trouver son application pratique. Les faits nouveaux qu'elle allait bientôt mettre en évidence devaient révolutionner toute l'anatomie fine des centres nerveux. Tous les laboratoires d'anatomie nerveuse allaient être comme en ébullition. Ce serait à qui apporterait sa

pierre à l'édifice nouveau que l'on pressentait déjà, sous la poussée géniale de Cajal, devoir être grandiose. Non seulement la technique de la méthode était profondément simplifiée, mais les résultats fournis devenaient plus constants et plus décisifs.

Les étudiants de la première heure doivent se rappeler encore comment, en 1888 et 1889, la méthode de l'illustre anatomiste de Pavie était fastidieuse et incertaine dans ses procédés, décourageante au plus haut degré dans ses résultats. Il fallait, en effet, découper un cerveau de chien ou de lapin en un nombre incalculable de petits morceaux plus ou moins cubiques, les mettre à l'étuve dans une solution de bichromate et, à partir du troisième ou du quatrième jour, prendre chaque jour quelques-uns de ces cubes, les mettre dans le nitrate d'argent, les enrober et les couper dans l'espoir d'obtenir, après une fixation de durée variable, quelques éléments du tissu nerveux imprégnés par le chromate d'argent. Je me rappelle encore la joie que nous éprouvions quand, dans l'une ou l'autre de nos centaines de coupes, nous obtenions la silhouette d'une seule cellule de neuroglie. Si l'inondation qui a dévasté le laboratoire en 1891 n'avait pas emporté toutes les préparations microscopiques de cette époque, je suis sûr que, dans la collection, on en retrouverait encore portant sur l'étiquette ces mots trois fois soulignés : Méthode de Golgi, Cellule de neuroglie.

Et voilà que Cajal vient montrer qu'en suivant une technique déterminée et en l'appliquant à des animaux jeunes, on peut obtenir presque dans toutes les coupes, non seulement les cellules de neuroglie qui, à proprement parler, ne sont pas des éléments nerveux, mais les cellules nerveuses elles-mêmes avec une arborisation protoplasmatique dont on ne soupçonnait pas la richesse et l'infinie variété et avec une netteté telle qu'on les croirait burinées dans la pierre !

Les faits qu'il décrivait dans ses premières publications étaient tellement étranges que les histologistes de l'époque — nous n'étions heureusement pas du nombre — ne les accueillaient qu'avec le plus grand scepticisme. Cette défiance était telle qu'au Congrès des anatomistes tenu à Berlin en 1890, Cajal, devenu depuis lors le grand histologiste de Madrid, se trouvait seul, ne soulevant autour de lui que des sourires incrédules. Je le vois encore prendre à part Kölliker, à cette époque le maître incontesté de l'histologie en Allemagne, et l'entraîner dans un coin de la salle des démonstrations, lui montrer sous le microscope ses admirables préparations et le convaincre ainsi de la réalité des faits qu'il prétendait avoir mis en lumière. Cette démonstration fut tellement décisive que, quelques mois plus tard, l'histologiste de Wurzbourg confirmait tous les faits avancés par Cajal.

On comprendra sans peine que, dans ce moment d'ébullition scientifique, nous n'avions pas le temps de penser à améliorer une situation matérielle dont l'importance n'était que secondaire. Qu'importaient une place un peu étroite et des murs un peu humides alors que tant de belles choses captivaient notre attention et notre enthousiasme dans le champ rétréci, mais combien lumineux, du microscope !

C'est dans ce petit et modeste laboratoire, à cette époque de vie scientifique intense, que le Chanoine Mercier, professeur de philosophie thomiste, est venu s'initier à l'anatomie fine du système nerveux. C'est de ce petit laboratoire que sont sortis mes premiers travaux d'anatomie nerveuse. C'est là que le Docteur Isidore Martin, le premier de mes élèves, a fait son travail couronné au Concours universitaire. Je garde à ce laboratoire un souvenir ému et reconnaissant puisque j'y ai vécu dix ans, les plus actifs de ma vie professorale. Il a été pour moi, ce trou de laboratoire, la

démonstration éclatante de ce fait reconnu d'ailleurs depuis longtemps, c'est que les grands Instituts, les temples élevés à la science, s'ils sont nécessaires pour montrer au grand public l'estime dont on l'entoure et dont on doit l'entourer, sont souvent nuisibles à un travail réellement productif. J'ai toujours estimé pour ma part, permettez-moi cette expression un peu banale mais qui rend admirablement ma pensée, j'ai toujours estimé qu'il vaut mieux avoir un peu d'argent et pas de coffre-fort, qu'un superbe coffre-fort et pas d'argent.

. . . . . .

Après m'être acquitté, d'une façon bien imparfaite, de mes devoirs de reconnaissance envers tous ceux qui ont bien voulu, de près ou de loin, s'associer à cette manifestation et contribuer à sa réussite, il me reste encore un devoir beaucoup plus impérieux à remplir : celui de me souvenir, en ce jour de fête et de triomphe pour moi, de l'homme incomparable, du savant enthousiaste et généreux que la Providence a placé sur mon chemin dès le début de mes études universitaires et qui a su éveiller en mon âme l'amour de la science pour la science dont il était lui-même si profondément imprégné. J'ai nommé feu le Chanoine Carnoy.

Pour faire de la science, disait-il souvent dans son langage particulier qui était, comme toute sa personne, franc, loyal, ouvert, ennemi des détours et des circonlocutions, pour faire de la science il faut avoir le diable au corps. Et franchement il l'avait, ce pionnier ardu de la Biologie cellulaire que j'ai vu des journées entières courbé sur le microscope à l'époque où il étudiait les œufs devenus célèbres d'Ascaris, l'auteur de tant de travaux remarquables sur la structure interne de la matière vivante par excellence, le protoplasme et le noyau qu'il héberge, travaux qu'il avait rêvé de réunir en un livre malheureusement resté inachevé.

C'est en 1882 que j'ai eu le bonheur de suivre ses leçons. En février 1883, après l'examen de la candidature en sciences naturelles, il voulut bien me recevoir comme assistant à son cours de Cytologie et m'ouvrir les portes de son laboratoire au Collège du Pape.

En 1884, il mit à exécution une idée qui le poursuivait depuis longtemps, celle de créer une revue de biologie cellulaire dont le nom, La Cellule, résumait toute son activité scientifique et qui devait, sous ses auspices, porter le nom de ses élèves dans tous les laboratoires de biologie. C'est à la même époque qu'il fit paraître le premier volume de sa *Biologie cellulaire* dont il me fit l'honneur de m'offrir un exemplaire en hommage. Le moment de l'apogée de son activité scientifique correspondait donc, heureusement pour moi, avec mes premiers essais de travail personnel dans son laboratoire.

Travaillez, travaillez toujours, répétait-il sans cesse. C'était en quelque sorte sa devise. Et quand, novice encore, on lui exprimait la crainte de voir s'épuiser peut-être les sujets de recherches, il vous regardait de son air un peu narquois, les paupières légèrement plissées et le sourire aux lèvres : « Soyez sans inquiétude. Il en restera pour vos arrière petits-enfants ».

Insensiblement nos relations devenaient plus fréquentes, plus cordiales, plus intimes. Il exerçait sur ceux qu'il avait remarqués une attraction à laquelle il était impossible de résister. A partir de 1886 nous étions un petit groupe d'élèves préférés : Gilson, Denys, Meunier et quelques rares autres. Plusieurs fois par semaine on se réunissait dans sa maison hospitalière où il habitait avec son excellente sœur et où il mettait à la disposition de ceux qu'il s'était attachés sa table, sa cave, les fruits de son magnifique jardin de Rumillies, son temps, son argent, toute sa personne.

C'est lui qui me fit nommer en octobre 1887 à la chaire d'anatomie dont le bon et sympathique Ledresseur, encore un nom dont j'aime à me ressouvenir en ce jour, voulut bien se désister en ma faveur.

Dans le cours de ma carrière professorale, à ces moments curieux de la vie où, pour on ne sait quel motif, dans un état plus ou moins net de subconscience on laisse sa pensée remonter le cours des années écoulées, je me suis plus d'une fois surpris à me demander, m'arrêtant à l'influence considérable que Carnoy avait exercée sur ma destinée, ce que je serais bien devenu si ce maître n'eût pas été là.

Probablement un médecin consciencieux de ses devoirs dans quelque ville de second ordre ou dans une localité plus ou moins importante de l'agglomération anversoise. Jamais à coup sûr le professeur honoré et respecté que vous fêtez aujourd'hui. S'il en est ainsi, vous comprendrez sans peine l'émotion qui m'étreint le cœur en pensant à ce maître disparu et vous me permettrez de lui adresser, en ce jour de triomphe pour moi, un souvenir ému d'affection et de reconnaissance.

Pour rester dans les traditions académiques et pour donner à ce discours le caractère qu'il réclame, je devrais encore, avant de finir, traiter devant vous quelque question doctrinale. Mais on vous a tant parlé de neurologie déjà que je craindrais d'abuser en en parlant à mon tour. Il est un point toutefois sur lequel je désire insister pendant quelques instants.

Dans un des entretiens que j'ai eus avec le Président du Comité organisateur, il m'a demandé comment l'idée m'était venue, il y a vingt-cinq ans, de diriger mon activité scientifique vers l'étude du système nerveux. Cette question m'a vivement surpris et j'ai dû la laisser sans réponse. Depuis lors j'ai fait à plus d'une reprise

mon examen de conscience. J'ai essayé de revivre par la pensée les premières années de mon enseignement universitaire. Malgré tous mes efforts, je ne suis pas parvenu à me rappeler quand, comment ou pourquoi j'ai abordé l'étude de la structure interne des centres nerveux. Je crois en toute franchise que j'ai fait cela un jour par hasard, comme se font plus ou moins par hasard toutes les recherches de laboratoire. Pour autant que mes souvenirs sont fidèles, voici, je crois, comment les choses se sont passées. J'étais en 1888 en correspondance avec Cajal à l'occasion des travaux que nous avions publiés tous les deux sur la structure interne de la cellule musculaire. Un jour il m'écrit qu'il abandonne ses recherches sur les muscles pour s'occuper des centres nerveux et cela parce que, appliquant sur le système nerveux embryonnaire une des formules de la méthode de Golgi connue depuis 1875, il avait obtenu des résultats remarquables. J'ai contrôlé ses dires et j'ai trouvé qu'il avait raison. Le premier pas était fait, les autres ont suivi tout naturellement. La chose a donc été bien simple. Le point de départ de mes recherches est dû à un pur hasard et, peut-être, à la chance d'avoir réussi dans mes premières tentatives.

C'est ainsi que se fait d'ailleurs tout travail scientifique. L'homme de laboratoire ne commence pas ses recherches avec l'idée arrêtée de trouver la solution d'un problème fixé d'avance. Il étudie le problème pour voir si la voie dans laquelle il s'engage, le côté par lequel il l'aborde peuvent conduire à une solution et, dans le cours de ses recherches, il a bien soin de faire abstraction des *idées* qu'il pourrait avoir pour se laisser guider uniquement par les *faits* que ses travaux mettent en lumière. Il arrive ainsi à des résultats qui sont bien souvent l'opposé de ceux qu'il avait entrevus.

C'est à ce procédé, où le hasard joue le plus grand

rôle, que je dois les quelques faits nouveaux que les recherches faites dans mon laboratoire ont pu mettre en évidence. Permettez-moi de le prouver par quelques exemples.

Le Président, dans son discours, a rappelé les recherches sur la rage faites en collaboration avec M. Nelis. Comment l'idée nous est-elle venue de nous occuper de la rage puisque, à première vue, aucune relation ne peut exister entre cette redoutable maladie et la structure d'une fibre ou d'une cellule nerveuse ? C'était en 1896 et 1897. J'avais accepté pour le Congrès international de Médecine qui devait se réunir à Moscou, de rédiger un rapport sur la structure interne de la cellule nerveuse. Je m'étais proposé d'étudier tout le cycle des modifications réactionnelles qui surviennent dans les cellules à la suite de la section du prolongement cylindraxile. A cet effet nous avions coupé sur des douzaines de lapins le nerf hypoglosse et le nerf pneumogastrique pour étudier ensuite, après une survie de 5 à 120 jours, les modifications survenues dans les cellules motrices du bulbe et dans les cellules sensitives du ganglion noueux. Ce travail considérable, consistant à débiter en des centaines de coupes microtomiques le bulbe et le ganglion noueux d'une cinquantaine de lapins, exigeait la collaboration journalière des élèves de mon laboratoire.

Un jour on nous apporte du laboratoire de bactériologie de mon collègue, M. Denys, un lapin mort de la rage. Je vois encore la pauvre bête, jetée à terre, à l'extrémité du laboratoire, en-dessous de l'étuve servant aux enrobages.

Les étudiants entrent et posent tout naturellement la question : quel est ce lapin ? Un animal mort de la rage, fut la réponse. A un moment donné l'un d'eux, Nelis, fait la proposition : si nous examinions ses cellules ganglionnaires ? On prend tout naturellement le gan-

glion noueux du vague. Quelques jours plus tard les coupes microtomiques colorées au bleu de méthylène montrent que toutes les cellules de ce ganglion sont dans un état de chromolyse intense voisin de l'achromatose. A quoi attribuer ce phénomène ? L'animal ayant été apporté au laboratoire 24 heures après la mort, on se trouvait peut-être en présence d'une altération cadavérique. Le premier lapin qui meurt est laissé 24 heures dans un coin du laboratoire. Les cellules du ganglion noueux traité de la même façon ne présentent rien d'anormal. Les modifications obtenues seraient-elles dues à la rage elle-même ? Nous nous procurons des chiens morts de la rage et nous trouvons dans les ganglions spinaux, les ganglions sympathiques et surtout le ganglion noueux du nerf vague, des modifications tellement profondes que le doute n'est plus possible. Nous étudions la rage après morsure chez l'homme et le chien, la rage par inoculation chez le chien et le lapin par le virus des rues et le virus fixe, et nous parvenons à établir, à côté d'une foule de détails encore inconnus, une méthode histologique permettant de faire un diagnostic précoce de la rage dans l'espace de 24 heures chez les animaux ayant succombé à l'évolution naturelle de la maladie. On jugera de toute l'importance de ce fait si on se rappelle que, antérieurement, un diagnostic scientifique de la rage ne pouvait s'établir que par inoculation chez le lapin et cela après une attente de 17 à 25 jours.

Les recherches expérimentales sur les animaux démontrent que la section d'un nerf moteur cranien entraîne dans les cellules d'origine des phénomènes réactionnels connus sous le nom de chromolyse. Ces modifications sont peu importantes puisque la cellule peut les réparer et revenir, après un temps variable, à son état normal. Si, au lieu de sectionner le nerf on

l'arrache, les cellules d'origine s'atrophient et disparaissent au bout de 20 à 30 jours. L'idée nous vient de rechercher dans ce dernier cas ce qui se passe dans les fibres du bout central. Nous les trouvons en pleine dégénérescence wallérienne et parvenons ainsi à établir un fait nouveau qui renverse, au moins dans une de ses trois propositions fondamentales, la fameuse loi de Waller admise sans conteste dans la science depuis un demi-siècle. Nous étudions le début et l'évolution de cette dégénérescence des fibres du bout central et arrivons à établir une nouvelle méthode de recherches, la méthode de la dégénérescence wallérienne indirecte qui a contribué à éviter bien des erreurs dans l'interprétation des recherches expérimentales faites avec la méthode de Marchi. Un de nos élèves, le Dr Van der Schueren, en a montré la haute utilité pratique dans la recherche des voies nerveuses de l'axe cérébro-spinal.

Ces mêmes recherches sur la chromolyse des cellules nerveuses et les dégénérescences consécutives après arrachement des diverses branches du trijumeau nous ont conduit à proposer une nouvelle méthode opératoire dans le traitement chirurgical de la névralgie trifaciale.

C'est en procédant de la même façon, en nous laissant conduire pas à pas par les faits, sans les influencer nous-même en aucune manière, que nous avons pu démontrer l'erreur de ce vieux dogme scientifique établi par Claude Bernard, d'après lequel les fibres inhibitives que le nerf pneumogastrique envoie au cœur seraient des fibres d'emprunt venant de la branche externe du nerf spinal ; qu'un de nos élèves, le Dr De Beule, a été conduit à faire sur les muscles du larynx du lapin, ses délicates recherches de physiologie ; qu'avec un autre de nos élèves, le Dr Molhant, nous avons pu établir tout récemment les lois qui président

à la dégénérescence secondaire en faisant ressortir toute l'importance qu'il convient d'attribuer à l'épaisseur de la gaine de myéline d'une fibre nerveuse dans l'évolution plus ou moins rapide de sa dégénérescence secondaire.

Tous ces faits de laboratoire et d'autres encore tant dans le domaine clinique que dans le domaine anatomo-pathologique sont donc, à proprement parler, des trouvailles dues au hasard. Aucun d'entre eux n'avait été entrevu d'avance. Ils sont venus tout naturellement couronner nos efforts, comme au temps des moissons des épis lourdement chargés récompensent le laboureur de la sueur dont il a arrosé la terre avant d'y jeter la semence.

LA
RÉORGANISATION MILITAIRE
DE LA BELGIQUE (1)

Nous vivons à une période de fièvre militaire. Les conflits entre nations se renouvellent continuellement et on n'en trouve pas toujours une solution pacifique.

Après avoir débuté par la guerre Sud-africaine, le XXe siècle nous a déjà fait assister, successivement, à la guerre russo-japonaise, aux tensions franco-allemandes d'Algésiras et d'Agadir, et à l'écrasement de la Turquie.

La crainte d'être entraînés dans la mêlée a obligé les États européens à consentir aux sacrifices les plus lourds, afin de disposer, en cas de conflit armé, d'un engin de guerre aussi perfectionné que possible.

C'est ainsi que les Allemands ont mis en vigueur, le 1er octobre dernier, une loi qui sanctionne, au dire de M. Millerand, ministre de la guerre en France, le plus grand effort militaire du peuple allemand, en ces quarante dernières années (2).

Nos voisins du Sud, inquiétés par la crise de la nata-

(1) Nous avons puisé de nombreux renseignements pour cette étude dans la revue belge, le BULLETIN DE LA PRESSE ET DE LA BIBLIOGRAPHIE MILITAIRES. Le caractère anonyme des articles de cette revue ne nous permettra pas de citer les auteurs.

(2) Discours du 18 juin 1912.

lité, ont imaginé les lois des cadres et des effectifs, qui leur permettent de tirer le meilleur profit des ressources en hommes dont ils disposent.

Les Suisses ont réorganisé complètement leur armée, et les dispositions nouvelles sont entrées en vigueur le 1er avril 1912.

Après avoir augmenté le contingent de 30 pour cent, les Hollandais suivent la même voie.

Abandonnant la période de tâtonnements, qui date de 1900, notre pays s'est, lui aussi, appliqué à l'amélioration de ses institutions militaires.

Nos lecteurs ont pu lire, dans les journaux, la série des perfectionnements successifs apportés à l'organisation militaire de la Belgique, depuis le mois de juillet 1911, époque où l'on eut des craintes très sérieuses de conflit entre la France et l'Allemagne à propos du Maroc. Notre intention est d'étudier ces améliorations; mais, pour permettre d'en apprécier l'importance, nous ferons précéder cette étude d'un aperçu de l'organisation actuelle des forces allemandes et françaises, afin de fournir des points de repère et de rendre, par comparaison, les chiffres que nous citerons plus éloquents.

ALLEMAGNE (1)

La loi sur la constitution de l'Empire, du 16 avril 1871, et les conventions conclues par la Prusse avec les divers États allemands, ont posé les bases de l'organisation militaire de l'Empire. Elle comprend une armée unique, dont le chef suprême est le Kaiser.

(1) On trouvera une excellente étude de l'*Armée allemande en 1902*, dans l'ouvrage de MM. F. Martin et F. Poot, Paris, R. Chapelot et Cie. — Ce livre n'a d'autre défaut que l'année de sa publication.

La première partie de cet article est, nécessairement, presque toute de compilation. Nous nous sommes efforcé de choisir, parmi les multiples renseignements que nous possédons, ceux qui nous semblaient devoir parler le plus au grand public.

Il peut créer les places fortes, décréter l'état de siège, si la sûreté publique est menacée, et l'état de guerre dans le cas de l'invasion du territoire. Dans toute autre circonstance, il doit s'assurer du consentement du Bundesrath pour pouvoir déclarer la guerre.

Les droits de l'Empereur sont, en outre, limités dans les grands États de la confédération par une série de conventions restrictives. L'armée bavaroise, en particulier, ne dépend de l'Empire, au point de vue militaire et en temps de paix, que par l'application des règlements; elle a de plus un budget propre. Notons toutefois que le Kaiser l'a inspectée, assez récemment, à l'occasion de manœuvres.

L'autonomie de la Saxe et du Wurtemberg est moindre. En principe, le roi y nomme les officiers, mais il doit soumettre à l'approbation de l'Empereur la nomination des officiers généraux, et lui faire les propositions nécessaires pour la désignation des commandants de corps d'armée.

Les autres États sont administrés par la Prusse, bien qu'ils forment des corps ou des divisions distinctes.

La loi organique du 9 novembre 1867, applicable à la confédération de l'Allemagne du Nord, stipulait que l'effectif de paix se chiffrerait au centième de la population. C'est par extension de ce principe que nous trouvons, jusqu'en 1874, un chiffre moyen de 401 659 hommes présents sous les armes, le contingent de chaque État se calculant au prorata de sa population.

Une loi du 16 avril 1871 réservait aux législateurs la détermination des effectifs du temps de paix. Au point de vue militaire pur, cette disposition présentait de sérieux inconvénients : elle amenait forcément le renouvellement périodique des longues discussions, portant sur des questions de principe, et favorisait l'intrusion de la politique. Notons aussi qu'un changement apporté aux effectifs de paix fait sentir ses effets pen-

dant une période plus longue que celle dont la Diplomatie dispose pour prévoir les événements. Il est donc indispensable de procéder avec esprit de suite dans l'organisation d'une armée et prudent de ne pas la laisser à la merci d'une assemblée sujette aux influences électorales.

C'est en se plaçant à ce point de vue que le Gouvernement chercha, en 1874, à obtenir l'adhésion du Reichstag au principe d'un effectif de paix égal au centième de la population. L'exposé des motifs insistait sur l'étroite relation qui unit l'effectif de paix à l'organisation de l'armée (1).

Des députés combattirent cette atteinte aux prérogatives de la Chambre ; la discussion fut acerbe, et, en fin de compte, le Gouvernement et le Reichstag se mirent d'accord pour voter périodiquement une loi militaire, déterminant les effectifs et la composition de l'armée à réaliser, au bout de sept ans, par des accroissements successifs.

Les augmentations septennales d'effectifs en hommes et en unités ne parurent pas suffisantes aux yeux de l'autorité compétente; elle proposa au Parlement, en 1893, de substituer au septennat *une période quinquennale*, correspondant aux recensements et aux élections législatives. « Ce laps de temps, disait l'ex-

(1) Si N est l'effectif de paix d'un bataillon actif d'infanterie, par ex., B le nombre de bataillons et R le nombre total de recrues incorporées annuellement dans cette armée ; si enfin T est la durée du service actif exprimée en années et fraction d'année, on a l'égalité :

$$\frac{N \times B}{R} = T$$

T est un facteur qui ne peut évidemment subir des fluctuations annuelles ; si le parlement modifie chaque année le contingent, c'est-à-dire R, il faut que l'un des termes du numérateur N, nombre d'hommes par unité, ou B, nombre des bataillons, soit variable. L'une et l'autre solution sont néfastes à une bonne organisation et à l'instruction de l'armée.

posé des motifs, assure d'ailleurs une stabilité suffisante aux institutions militaires. »

A l'heure actuelle, le recrutement est fixé comme suit dans l'Empire d'Allemagne :

Tout Allemand peut être appelé sous les armes de 17 à 45 ans. Le service dans l'armée est dû à partir de l'âge de 20 ans, jusqu'au 31 mars de l'année où l'on a 39 ans accomplis.

Le tableau de la page suivante détaille les obligations militaires du citoyen allemand.

Ce tableau exige deux remarques complémentaires. La première se rapporte aux opérations du recrutement. L'excédent du nombre de jeunes gens valides sur celui des recrues incorporées a obligé les autorités allemandes à recourir au *tirage au sort* pour limiter les chiffres de l'incorporation. Ainsi se classent les jeunes gens de l'année courante dans l'ordre où ils devront être levés. Les hommes qui sont bons pour le service et ne sont pas incorporés, par excédent, forment une catégorie dite en surnombre *(überzählig)*. Il est tout à fait exceptionnel qu'on les incorpore ultérieurement.

Nous devons encore parler des *engagés volontaires d'un an*. Certains jeunes gens ne sont astreints qu'à une année de service dans l'armée active, pourvu qu'ils aient une instruction générale suffisante et possèdent les moyens de s'habiller, de s'équiper et de se nourrir pendant leur année de présence sous les drapeaux.

Des commissions militaires et civiles vérifient la réalité de ces différentes conditions. En cas d'admission, l'*Einjährig Freiwillige* peut choisir l'arme dans laquelle il accomplira le service, pourvu toutefois qu'il remplisse les conditions de taille et de poids exigées.

Quelques mois après l'incorporation, les volontaires subissent, au régiment, un examen très sévère. Le

Age du militaire	Portion incorporée dans		Jeunes gens en surnombre; ajournés. Jeunes gens ayant un léger vice de constitution. Sous-diacres catholiques.		Incurables pouvant rendre des services	Ajournés non versés dans l'Ersatz Reserve	Jeunes gens en excédent de l'Ersatz Reserve
	la cavalerie ou l'artiller. à cheval	les autres armes et services	portion instruite	portion non instruite			
17 à 20	Ls1	Ls1	Ls1	Ls1	Ls1	Ls1	Ls1
21	S A	S.A	E.R	E R	Ls1	Ls1	Ls1
22	S.A	S.A	E.R	E.R	Ls1	Ls1	Ls1
23	S.A	S.A.A	E.R	E.R	Ls1	Ls1	Ls1
24 à 27	R.A.A	R.A.A	E.R	E.R	Ls1	Ls1	Ls1
28 à 30	Lw1	Lw1	E.R	E.R	Ls1	Ls1	Ls1
31	Lw2	Lw1	E.R	E.R	Ls1	Ls1	Ls1
32	Lw2	Lw1	E.R	E.R	Ls1	Ls1	Ls1
33 à 39	Lw2	Lw2	Lw2	Ls1	Ls1	Ls1	Ls1
40 à 45	Ls2	Ls2	Ls2	Ls2	Ls2	Ls2	Ls2

Abréviations et observations

Ls1, Ls2 = landsturm 1er, 2d ban.
Lw1, Lw2 = landwehr 1er, 2d ban.
S.A = service actif.
R.A.A = réserve de l'armée active.
E.R — Ersatz Reserve.

La landwehr fournit les troupes de garnison et renforce l'armée active. Le landsturm ne peut être requis s'il n'y a pas menace d'invasion ; toutefois le 1er ban est convoqué, au moment de la mobilisation, pour désigner les hommes aptes à porter les armes qui serviront au remplacement des déchets, au fur et à mesure des besoins. L'Ersatz Reserve est la partie de l'armée active qui, au moment de la mobilisation, fournit les contingents nécessaires aux formations de dépôt. Par raison d'économie, une partie seulement de cette réserve reçoit, en temps de paix, un commencement d'instruction.

colonel désigne alors ceux qui sont susceptibles de devenir officiers ou sous-officiers de réserve. Les premiers sont confiés, dès cet instant, à des officiers particulièrement aptes, qui leur donnent une instruction intensive.

Un examen clôture l'année. En cas de succès, le jeune homme est nommé aspirant officier de réserve et renvoyé dans ses foyers comme *Unteroffizier*.

L'année suivante, l'aspirant est rappelé pendant huit semaines à titre de sous-officier; son instruction pratique est poussée intensivement. Il peut être autorisé à subir l'examen d'officier de réserve qui le fera admettre l'année d'après, pour une nouvelle période de huit semaines, au droit de faire le service d'officier.

Le résultat d'un dernier examen et la conduite du candidat seront les éléments d'après lesquels le chef de corps refusera ou accordera le consentement sans lequel il ne pourra être proposé pour officier de réserve. La nomination reste d'ailleurs subordonnée au vote favorable du corps d'officiers de cette catégorie.

Il importe de noter que l'*Einjährig Freiwillige* accomplit, en réalité, *16 mois* de service militaire.

Il serait trop long de détailler la succession des perfectionnements apportés à l'organisation militaire allemande et d'expliquer les causes de l'accroissement continu des forces mobilisables. Il suffira au lecteur de jeter un coup d'œil sur le tableau de la page 38, pour se rendre compte de l'importance relative de chaque amélioration.

La loi du 27 mars 1911 avait doté l'armée allemande d'un nouveau quinquennat devant expirer normalement en 1916. Ce quinquennat tenait compte, avant tout, de l'influence croissante des instruments techniques sur l'organisation des armées.

« On avait, écrit la Gazette de Cologne, l'impression bien nette qu'un esprit d'économie avait présidé

Tableau des accroissements de l'armée allemande depuis 1871

EN VERTU DE LA LOI DU	Infanterie		Cavalerie		Artillerie de campagne		Artillerie à pied		Pionniers		Troupes de communicat.		Train		OBSERVATIONS
	bat^ns	Δ	esc^ns	Δ	bat^ies	Δ	bat^ns	Δ	bat^ns	Δ	bat^ons	Δ	bat^ns	Δ	
16-4-1871	469	—	465	—	269	—	29	—	18	—	1,25	—	18	—	Les colonnes Δ donnent le p. c. de l'accroissement de l'armée allemande, à la suite de chaque loi, et par rapport à la première.
2-5-1874	469	0	465	0	300	11,5	29	0	18	0	1,25	0	18	0	
6-5-1880	503	7,25	465	0	340	26,4	31	6,9	19	5,5	1,25	0	18	0	
11-3-1887	534	13,9	465	0	364	35,3	31	6,9	19	5,5	4	220	18	0	
15-7-1890	538	14,9	465	0	434	61,4	31	6,9	20	11	4	220	21	16,6	
28-6-1896	624	33	471	1,29	494	83,5	37	27,6	23	27,8	7	475	21	16,6	
25-3-1899	625	33,2	482	3,7	574	113	38	31	26	41,5	11	780	23	27,8	
15-4-1905	633	34,7	510	9,8	574	113	40	38	29	61	12	875	23	27,8	
27-3-1911	634	35	510	9,8	592	120	48	65,5	29	61	17	1275	23	27,8	
14-6-1912	651	38,8	516	10,96	622	131	48	65,5	32	77,8	17	1275	26	41,5	

à l'élaboration de ce quinquennat et l'avait emporté sur les aspirations de l'armée. De nombreuses critiques furent émises à ce propos, non seulement dans les cercles militaires, mais encore dans la Presse et au Parlement. »

L'appoint des complications politiques provoquées par les incidents marocains permit au Gouvernement du Kaiser, soutenu d'ailleurs par la nation, de faire voter, dès le 10 mai 1912, une loi complémentaire, promulguée le 14 juin dernier. Les deux dernières lois militaires justifient bien l'appréciation émise par M. Millerand, car c'est en moins de quatre mois que non seulement le programme de 1911 a été exécuté, mais encore que les unités nouvelles ont été mises sur pied ; au premier octobre, toutes les formations prévues ont été constituées, sauf 3 bataillons d'infanterie, 103 compagnies de mitrailleuses, la cavalerie et d'autres unités d'intérêt secondaire.

Notons en passant que, pour un budget de la guerre de 984 millions (chiffres de 1911) la loi de 1912 entraînera un accroissement de 100 millions pour les années suivantes.

Les effectifs de paix actuels sont de 656 142 hommes, dont 31 598 officiers et 93 530 sous-officiers. En 1915, ils s'élèveront au total général de 705 000 hommes, pour une population de 64 925 993 âmes, d'après le recensement de 1910. Le principe de 1 p. c. est donc abandonné par accroissement.

Si nous examinons les tableaux statistiques de recrutement de ces dernières années, nous constatons que l'Allemagne ne se sent pas capable de dépenser les sommes qu'exigerait l'incorporation de tous les sujets valides.

Voici en effet quelques chiffres qui le démontrent (1).

ANNÉE	Jeunes gens ayant atteint l'âge de milice	Ajournés des années précédentes	Ressources totales	Impropres	Exclus	Ajournés, émigrés en excédent	Incorporés		Ersatz-reserve		Landsturm 1er ban	Volontaires en âge de milice	
							terre	marine	terre	marine		terre	marine
1907	532 092	657 753	1 189 845	35 802	860	684 193	212 661	10 371	88 078	1801	123 019	31 438	1619
1908	527 280	670 909	1 198 189	34 133	836	684 197	210 137	14 715	90 318	2327	128 888	33 743	1895
1909	534 310	692 420	1 226 730	34 890	856	703 164	207 762	10 779	91 132	2530	138 364	35 210	2043
1910	540 624	704 739	1 245 763	34 067	890	715 952	204 153	12 156	20 269	2660	145 226	37 673	2287

(1) Extraits du BULLETIN DE LA PRESSE MILITAIRE, *passim*. La comparaison des chiffres montrera certaines anomalies.

Cette constatation déplaît aux militaristes allemands qui, par l'organe de M. Basserman, se sont plaints au Reichstag qu'en 1910 plus de 90 000 jeunes gens, en âge de milice et propres au service, n'aient pu être incorporés. (Ersatzreserve et excédent.)

La pauvreté relative de l'Allemagne l'oblige donc à se contenter de l'incorporation de 41 p. c. à peine des jeunes gens ayant atteint l'âge de milice ; ce qui n'empêche pas nos voisins de l'Est de pouvoir mettre sur pied 25 corps d'armée de première ligne : 18 corps prussiens, 3 corps bavarois, 2 saxons, 1 wurtembourgeois et la Garde.

Il n'y a pas, en temps de paix, d'unités de cavalerie plus élevées que la brigade, mais certains indices font admettre généralement qu'à la mobilisation il serait créé, par groupement sous un même commandement, onze divisions de cavalerie à 3 brigades de 2 régiments, et un groupe de 3 batteries à cheval, à 4 pièces chacune.

Si on compte 42 000 hommes (1) par corps d'armée, 6000 hommes (2) par division de cavalerie, on trouve que ces troupes de campagne de première ligne se chiffreraient par 1 160 000 hommes avec moins de sept classes de milice.

On n'a pas d'indication précise sur les formations de troupes de seconde ligne, mais on est d'accord pour affirmer que des divisions de cette catégorie participeraient à une campagne, vraisemblablement sur les théâtres secondaires, devant les forteresses que les péripéties de la guerre conduiraient à assiéger, ou au cœur de celles qu'à la suite de revers en rase campagne on serait obligé de défendre (3).

(1) Dont 25 000 fusiliers, 1200 lanciers et les servants de 160 pièces de divers calibres.

(2) Dont 3600 lanciers et les servants de 12 canons à tir rapide.

(3) Le lieutenant-colonel Rosentreter, dans son ouvrage *Duplice contre*

Si on fait abstraction de la répartition de miliciens, qui n'est pas connue d'une manière positive, on peut calculer comme suit le chiffre des hommes instruits disponibles au moment de la mobilisation : basons-nous sur un contingent annuel moyen de 265 000 hommes pouvant être appelés sous les armes pendant 25 ans, et supposons que le déchet soit de 4 p. c. la première année, 3 p. c. la deuxième et 2 p. c. chacune des années suivantes.

L'armée active et sa réserve (7 cl.) comprendront :		1 715 500	hommes
	environ	100 000	sous-officiers
	»	32 000	officiers
		1 847 500	
Landwehr 1er ban (5 classes) :		1 080 000	hommes
Landwehr 2e ban (7 classes) :		1 303 000	»
Landsturm 2e ban portion instruite (6 classes) :		979 500	»
	Total général :	5 210 000	»

Il est bien entendu que ces chiffres ne seront atteints qu'en 1933, à moins que l'Empereur n'exige d'ici là, de son peuple, des efforts nouveaux ; ce qui n'est guère douteux (1).

Il résulte de statistiques sérieuses que les ressources *actuelles* seraient environ de 4 620 000 hommes instruits. La réserve de recrutement, et les hommes sans instruction militaire du landsturm, jeunes gens de 17 à 20 ans compris, seraient de 5 000 000 de têtes.

triplice estime que les Allemands pourraient former 340 bataillons de réserve, 450 bataillons de landwehr 1er ban, 340 bataillons de dépôt, 400 bataillons de landwehr 2e ban et 300 bataillons de landsturm 2e ban.

(1) On prétend déjà que, eu égard à la situation politique, de nouveaux crédits seront demandés au printemps prochain.

FRANCE

Si la France est plus riche que sa rivale au point de vue financier, elle lui est manifestement inférieure au point de vue des ressources du contingent.

Le nombre de jeunes gens inscrits pour l'incorporation oscille aux environs de 317 000 ; ce qui représente moins de 60 p. c. du chiffre correspondant de l'Allemagne.

Aussi, pour avoir une armée comparable à celle de leurs voisins, les Français ont-ils été contraints d'adopter des solutions radicales qui, parfois, ont fait crier à l'utopie.

A l'heure actuelle, leurs ressources militaires sont groupées en deux grandes catégories : troupes et services de l'armée active, troupes et services de l'armée territoriale.

De par la loi du 21 mars 1905, le service est imposé, personnellement, à tout citoyen français. Seuls sont exempts d'une manière définitive les jeunes gens inaptes au service pour cause d'infirmité ou défaut de taille.

Après un terme de 2 ans sous les drapeaux à partir de la 20e année, les militaires passent dans la réserve de l'armée active, pour une période de 11 ans. Ces réservistes constituent trois catégories distinctes : la première comprend 4 classes destinées à porter les unités de l'armée active à l'effectif de guerre ; la seconde comprend 5 classes constituant des régiments de réserve. Les dixième et onzième classes sont dites de dépôt, et servent à alimenter les troupes engagées.

Les militaires sont ensuite versés dans l'armée territoriale pour une période de six années ; après quoi ils font partie de la réserve de l'armée territoriale jusqu'à ce qu'ils aient atteint l'âge de 45 ans.

Par exception, les réservistes pères de 4 enfants vivants passent de droit dans l'armée territoriale, et les pères de 6 enfants vivants dans la réserve de l'armée territoriale.

Il semble, à première vue, que l'armée française de première ligne, réunissant six classes de milice seulement, soit plus jeune que l'armée allemande correspondante ; mais il ne faut pas perdre de vue qu'elle comprend moins de corps d'armée, en sorte que les troupes de seconde ligne auront vraisemblablement à remplir un rôle plus actif que les troupes de landwehr allemandes. D'ailleurs, les bataillons de réserve allemands sont puisés, dit-on, dans les contingents des 7 premières classes.

D'autre part, au point de vue absolu, c'est-à-dire dans l'hypothèse où les soldats allemands et français se valent à égalité d'aptitude physique, l'ensemble des premiers est supérieur à celui des seconds parce que la population allemande permet une sélection rigoureuse au moment de l'incorporation, tandis que les Français se voient obligés de prendre au service tous ceux qui ne sont pas réellement inaptes. C'est ainsi que, s'il faut en croire M. Waddington, rapporteur du budget de la guerre en 1910, la France incorporerait dans le service armé 77,6 p. c. et dans le service auxiliaire 6,4 p. c. des jeunes gens à l'âge de milice (1).

Sur 317 000 inscrits, il n'y aurait que 50 500 exemptions définitives, auxquelles s'ajoute la défection de 15 000 déserteurs et insoumis (2). Les jeunes gens qui

(1) On désigne en France par hommes des services auxiliaires, les jeunes gens du contingent qui, tout en ne convenant pas pour le service armé, peuvent être affectés à certains emplois, commis, ouvriers, etc.

(2) L'effectif d'une division d'armée. M. Messimy a déclaré à la Chambre, le 29 novembre dernier, que le nombre total de déserteurs et d'insoumis était de 80 000 en 1911.

se soustraient ainsi à leurs obligations militaires, constituent une perte nette pour la défense du pays (1).

Voici un tableau statistique analogue à celui que nous avons établi pour l'Allemagne :

Année	Inscrits pour l'incorporation	Ajournés des années précédentes	Ressources totales du recrutement	Exemptés, décédés, exclus, etc.	Ajournés	Bons pour les services auxiliaires	Volontaires	Incorporés dans le service armé	Insoumis	Contingent du service armé de l'armée métropolit. (2)
1907	313 787	68 520	382 307	45 490	34 443	37 123	29 124	233 579	13 696	247 933
1908	318 449	34 433	352 882	45 460	38 137	17 782	27 212	221 413	15 246	231 794
1909	315 457	36 102	351 554	42 660	37 525	16 427	24 341	230 601	17 332	235 627
1910	316 200	31 293	347 493	38 983	35 616	18 394	24 974	229 529	15 117	236 788
1911	301 467	29 494	330 961	35 793	34 532	17 707	25 364	217 930	15 203	214 499

Jusqu'à ces dernières années, grâce à de nombreux subterfuges tels que celui qui consiste à inscrire les insoumis sur les contrôles de l'armée, nos voisins du Sud sont parvenus à aligner des chiffres qui leur donnent, en temps de guerre, des effectifs comparables à ceux des Allemands. Mais en réalité, depuis la réduction du service actif de trois à deux ans, qui a subitement vidé les casernes, les Français subissent une *crise des effectifs* que tous leurs efforts tendent à conjurer.

Afin de fortifier les unités anémiées par le service de deux ans, M. Messimy, rapporteur du budget de la guerre en 1908, demandait d'urgence l'adoption de mesures qui amélioreraient le courant des engage-

(1) En Allemagne il y a, chaque année, 40 à 50 000 insoumis, mais les effectifs ne s'en ressentent pas, grâce aux ressources du pays.

(2) Y compris les insoumis.

ments volontaires et des rengagements : affichage des avantages accordés, racolage par la gendarmerie, haute paye, privilèges de tenue, etc.

Parmi les moyens proposés pour combattre la crise, il importe de signaler la proposition d'utiliser un contingent de troupes noires. C'est une solution qui se retrouve périodiquement dans l'histoire des peuples.

Le colonel Mangin, auteur d'une étude que publia naguère la Revue de Paris, affirmait que ces troupes pourraient, après 12 années écoulées, fournir 48 bataillons de tirailleurs sénégalais. Ces unités arriveraient à Marseille le huitième jour de la mobilisation et il resterait encore 20 000 noirs pour la garde des possessions d'Afrique.

Allant plus loin, des écrivains français bien connus, les généraux Bonnal, de Lacroix et Langlois estimèrent que les 120 000 hommes de troupes algériennes et sénégalaises, presque indispensables au gain de la première bataille, pourraient être amenées à demeure sans qu'on rencontrât des difficultés insurmontables.

M. Berteaux, ancien ministre de la guerre et président de la commission du budget de 1909, ne partageait pas leur avis. Ces forces, disait-il, ne pourraient entrer en ligne que trois semaines après le premier choc, et, d'autre part, l'éventualité d'un mouvement insurrectionnel éclatant en Afrique au moment où la France et l'Angleterre se trouveraient engagées dans un conflit européen, ne permettrait pas d'abandonner la défense des colonies aux seules forces indigènes et sénégalaises.

Naturellement, la participation éventuelle de troupes noires à une guerre continentale provoqua des protestations intéressées de la part de l'Allemagne ; on a pu lire dans la Post ces réflexions un peu enfantines : « Les soldats allemands devraient considérer comme une injure d'avoir à se mesurer avec les barbares

africains sur le sol européen. Nous ne pouvons admettre (!) que nos soldats soient de nouveau exposés à subir le choc de l'impression morale de pareilles hordes africaines affublées de l'uniforme français ».

En 1910, le gouvernement de la République fit voter un crédit de 860 000 fr. pour l'envoi, à titre d'essai, d'un bataillon de tirailleurs sénégalais en Algérie. L'expérience fut, somme toute, peu concluante : si tous les officiers étaient d'accord pour apprécier les qualités militaires de ces troupes noires, ils l'étaient aussi pour reconnaître qu'elles supportent mal le froid et, pour la plupart, que leur moral baisse avec la température. Le Sénégalais est, paraît-il, grand buveur d'eau et, dans un pays où elle fait défaut dans la saison chaude, il souffre beaucoup de cette privation. De plus, étant généralement marié, il coûte, rendu à Oran, beaucoup plus cher que les tirailleurs algériens et que les hommes du contingent métropolitain.

Quoi qu'il en soit, le budget de 1911 ne renferma aucune prévision relative à l'organisation d'un deuxième bataillon noir.

Depuis lors, et sous la pression de la nécessité, un nouveau revirement s'est produit : une seconde unité de l'espèce a été constituée. Aux défauts que nous venons de signaler, on a opposé les sérieuses qualités qu'accorde aux contingents africains le commandant du XIXe corps d'armée d'Algérie : confiance absolue dans leurs chefs, mépris de la mort, insensibilité à la fatigue. Toutefois, il est bien entendu qu'il ne s'agit plus de les envoyer éventuellement en Europe, mais de les utiliser dans les régions du sud de la colonie, loin des populations de races différentes dont ils heurteraient les mœurs et les coutumes et dont eux-mêmes fuient le contact (1).

(1) Voici comment M. Millerand s'exprimait à la Chambre des députés, au mois de novembre dernier :

« Sans traiter ici *in extenso* la question des troupes noires, je me bornerai

Signalons enfin une proposition très sérieuse de M. Clementel, rapporteur à la Chambre pour 1912 : il s'agit de l'utilisation plus rationnelle du contingent français d'Algérie, qui augmente chaque année au point de surcharger l'effectif du XIXe corps. C'est pourquoi, le 1^r^ octobre dernier, 1500 hommes du contingent algérien furent incorporés en France. Cette mesure donnera, à partir de 1913, un supplément de 3000 hommes, en temps de paix, à l'effectif global des unités de la métropole.

Quoi qu'il en soit, l'avenir se présente pour la France sous les couleurs les plus sombres. Il résulte, en effet, des statistiques établies par les soins de la commission de l'armée en ce pays que, même si on admet que le chiffre des naissances masculines puisse donner dans 20 ans un rendement de 48 p. c. d'hommes valides au lieu de 44,7 p. c., chiffre moyen de la période 1896-1905, une diminution progressive d'effectifs par classe ne s'en produira pas moins, se chiffrant annuellement par 11 000 hommes dans dix ans, et par 26 000 hommes dans vingt ans. La diminution de la natalité en France est, en effet, un fait brutal : le chiffre des naissances par 1000 habitants, qui était de 29 en 1830, est tombé à 19,7 en 1907, et le chiffre des naissances masculines est passé de 494 000, il y a quarante ans, à 450 000 en

à affirmer la volonté — que nous avons manifestée dès les premiers jours de notre arrivée au pouvoir, dans les décrets critiqués par nos collègues — de ne pas laisser inutilisées les précieuses ressources en hommes que la France trouve en Afrique.

S'il m'était besoin d'une démonstration de fait à l'appui de l'emploi de ces ressources, il me suffirait de rappeler dans quelles conditions, il y a quelques semaines, les troupes noires, sous la conduite d'un homme qui est parmi ceux qui en ont le plus recommandé l'emploi, le colonel Mangin, sont arrivées à Marrakech.

Ce n'est pas diminuer les indigènes, c'est les rehausser que de leur faire place sous notre drapeau, en leur donnant, naturellement, les compensations auxquelles ils ont légitimement droit. C'est un des moyens les plus sûrs que nous ayons de les assimiler, que de les mêler à notre action et de les introduire dans nos rangs. »

1890, à 420 000 en 1900 et à 393 000 en 1910. Il en résulte que, dans 15 ans, les Français se verront obligés, soit de vieillir l'armée de campagne en y incorporant un nombre de classes plus considérable, soit de réduire de 150 000 hommes les effectifs de guerre de première ligne, c'est-à-dire de se priver de 4 corps d'armée environ (1).

Avant que l'adoption du service de deux ans et l'accroissement de l'artillerie allemande aient fait songer à modifier l'organisation existante, l'armée française se composait de 700 bataillons d'infanterie, groupés en 185 régiments; 448 escadrons de cavalerie, groupés en 89 régiments; 112 batteries d'artillerie à pied; 16 batteries à cheval pour les divisions de cavalerie; 442 batteries montées; 36 batteries à cheval, 14 batteries de montagne pour l'armée de campagne, et 101 compagnies du génie, groupées en 26 bataillons.

Ces unités entraient dans la composition de 20 corps d'armée (le 19me corps stationnant en Algérie), du corps de troupes coloniales (2), ainsi que dans celle de huit divisions de cavalerie indépendantes, créées dès le temps de paix, contrairement à ce qui se passe en Allemagne, comme nous l'avons signalé.

A la suite de la réduction du temps de service actif à deux ans, le général Picquart déposa le 30 novembre 1907, un projet de loi des cadres et des effectifs, basé

(1) Ces lamentables constatations viennent encore d'être confirmées par M. J. Reinach (séance du 29 nov. 1912).

(2) Ce dernier, qui a englobé les anciennes troupes de marine, est rattaché au ministère de la guerre, tout en conservant son autonomie et en étant complètement distinct de l'armée métropolitaine.

Les troupes coloniales *stationnées en France* ont pour objet d'assurer la relève, de refaire l'instruction et l'éducation des anciens militaires revenant des colonies, et de faire celle des nouveaux incorporés.

Elles présentent la composition générale suivante : un corps à trois divisions de deux brigades d'infanterie et une brigade d'artillerie à 36 batteries. (Voir BULLETIN DE LA PRESSE MILITAIRE, 31 octobre 1908, pp. 329 et suiv.) Leur réorganisation est à l'étude.

sur le nombre de 534 000 hommes du service armé sur pied de paix au lieu de 579 000 (1). Pour ne pas compromettre la mobilisation, aucune grande unité ne devait être supprimée. Le projet devait se traduire par une diminution de 521 officiers et 33 868 hommes de troupe du service armé, et une augmentation de 6804 chevaux.

La réorganisation de l'artillerie présentant un caractère d'urgence, la partie de projet concernant cette arme fut disjointe de l'ensemble, votée et promulguée le 24 juillet 1909.

Quant aux autres armes, elles n'ont pas encore été remaniées. Le projet fut modifié une première fois par le général Brun, successeur du général Picquart, rédigé à nouveau par M. Messimy en 1911, et repris pour compte en 1912 par M. Millerand. Il attend la sanction des Chambres.

Le tableau ci-contre donne un aperçu de ses phases successives (2).

Si, tablant sur les chiffres actuels d'incorporation, on s'efforce d'évaluer le nombre de soldats instruits

(1) Voir BULLETIN DE LA PRESSE MILITAIRE, 15 janvier 1908.

(2) La Chambre des députés a commencé, le 28 novembre dernier, l'examen du projet de loi relatif à l'infanterie. Nous n'en connaissons pas le détail au moment ou nous écrivons ces lignes. Nous savons, toutefois, qu'il vise à l'augmentation de la qualité des troupes par deux moyens : le relèvement du moral des officiers que les lenteurs de l'avancement découragent, et le renforcement des cadres des formations de réserve. Voici, en résumé, d'après un journal français, les principales réformes apportées par le projet de loi :

1° Création d'un cadre complémentaire composé, par régiment, d'un lieutenant-colonel, deux chefs de bataillon et six capitaines ;

2° Etablissement d'un état-major particulier, groupant tous les officiers actuellement détachés dans des fonctions spéciales (aviation, affaires indigènes, écoles, justice militaire, etc.) ;

3° Augmentation du nombre des sous-officiers. Toutes les compagnies d'infanterie auront sept sergents ;

4° Transformation des groupes d'infanterie de forteresse en dix régiments nouveaux à trois bataillons (numérotés de 164 à 173) et création d'un 31e bataillon de chasseurs ;

5° Répartition du corps des tirailleurs algériens en douze régiments à trois ou quatre bataillons.

	INFANTERIE		CAVALERIE		ARTILLERIE				GÉNIE		OBSERVATIONS
	bataillons	régiments	escadrons	régiments	batteries montées	batteries à cheval	batter. de montagne	batter. à pied, place et côte	compagnies	bataillons	
État primitif	615	173	448	89	442	52	14	112	101	26	(1) Y compris des batteries de 155m/m.
Projet Picquart (1907)	621	187	433	89	762 (1)	16	18	97	109	18	(2) Depuis 1911, ces chiffres sont respectivement 654 et 19.
Loi du 24 juillet 1909	»	»	»	»	655 (2)	16	18 (2)	97	»	»	
Projet Brun (nov. 1909)	617	187	336	89	»	»	»	»	105 (3)	?	(3) En plus des détachements de spécialistes.
Proj. Millerand (nov. 1912)	599	183	»	»	»	»	»	»	»	»	

que la France pourra mettre sur pied de guerre, lorsque les lois actuellement en vigueur auront produit tous leurs effets, on obtient les résultats suivants :

Armée active (2 classes)	environ	473 000 h.
Réserve de l'armée active (11 classes)	id.	2 275 000 h.
Armée territoriale (6 classes)	id.	1 040 000 h.
Réserve de l'armée territoriale (6 classes)	id.	925 000 h.
	total	4 713 000 h.

Ces chiffres ne seront jamais atteints puisque le contingent diminue chaque année ; et cependant, abstraction faite de cette particularité, ils sont encore inférieurs de 500 000 hommes à ceux qui leur correspondent pour l'Allemagne.

BELGIQUE

L'histoire de l'*établissement militaire de la Belgique* fut, il y a quelques années, exposée par un de nos officiers d'État-Major les plus distingués, le lieutenant-colonel baron de Ryckel (1). Nous ne pouvons songer à donner ici un résumé même succinct de ce consciencieux travail. Toutefois nous croyons intéresser le lecteur en dressant le tableau des modifications organiques de l'armée belge depuis 1870, date que nous avons choisie comme point de départ pour l'examen de l'armée allemande, parce qu'elle s'imposait.

Le tableau appelle quelques commentaires. Le nombre actuel d'unités actives d'infanterie est, en réalité, inférieur à celui de 1870, car si nous avons 77 bataillons actifs au lieu de 64, nous ne possédons plus que 232 compagnies actives au lieu de 392 en 1870 (2). La

(1) Gand, Van Dosselaere, 1907, 2 volumes.

(2) Ce chiffre est déjà celui de 1868. La campagne de 1870 n'y est donc pour rien.

réorganisation de 1911 eut pour objet la suppression de la brigade de réserve à 2 régiments, de 2 bataillons qui entraient dans la composition de chaque division d'armée et dont les États-majors devaient être créés de toutes pièces au moment d'une mobilisation. Elle ne nous donne pas une unité de plus.

SITUATION DE	INFANTERIE			CAVALERIE		ARTILLERIE								GÉNIE		
	bataillons actifs	bataillons de réserve	total	escadrons actifs	escadrons de dépôt	batteries à cheval	batt. montées activ.	batt. de réserve	batt. de dépôt	batt. de munitions	batt. de forter. act.	batt. de réserve	batt. de dépôt	compagn. spéciales	bataillons actifs	bataill. de réserve	compagn. spéciales
1870	64	16	80	38	7	3	16	»	3	»	48	3	3	4	2	»	3
1874	58	20	78	40	»	4	30	6	»	»	48	3	3	4	3	»	5
1889	58	39	97	40	8	4	30	10	4	»	58	8	4	4	3	1	5
1899	58	39	97	40	8	4	30	10	4	»	58	7	5	4	3	1	5
1902	58	58	116	40	8	4	30	10	4	»	51	27	3	3	6		5
1910	58	58	116	40	8	4	48	12	»	4	51	27	3	3	6		5
1911	77	39	116	40	8	4	48	12	»	4	51	27	3	3	6		5

De 16 compagnies en 3 bataillons actifs et de 1 bataillon de réserve à 4 compagnies, que comprenait le régiment d'infanterie, on forma 4 bataillons à 3 compagnies actives et une de réserve ; le total restait le même : de trois bonnes unités plus une mauvaise, on avait fait quatre médiocres bataillons.

L'organisation des régiments de ligne à 4 bataillons est d'ailleurs condamnée à disparaître : elle a été essayée dans plusieurs armées étrangères, puis abandonnée parce qu'elle donne une unité trop lourde.

Les unités de réserve étant équivalentes aux troupes

de landwehr allemandes, il résulte du tableau que l'on n'a rien fait pour l'infanterie de première ligne depuis 1870, tandis que les unités correspondantes de l'Allemagne croissaient de 38.8 p. c. Quant à la cavalerie elle n'a pas été augmentée depuis 1874, puisque les escadrons de dépôt ont un rôle sédentaire.

Bien que l'artillerie de campagne, qui a été dotée du matériel à tir rapide de la firme Krupp, se soit accrue en 1910 dans des proportions sensibles; bien que nous disposions actuellement de 72 pièces pour 16 bataillons, soit une pièce pour 222 fusils, nous n'approchons pas de la proportion allemande. Par division de 12 bataillons, il y a chez nos voisins 80 bouches à feu, c'est-à-dire 1 pièce pour 150 fusils.

La partie du tableau relative à l'artillerie de forteresse décèle bien le souci de créer des unités sans augmenter les dépenses militaires. En 1902, nous *constituons* 20 batteries de réserve (landwehr) et nous *supprimons* 7 batteries actives. Le nombre absolu s'est augmenté, mais au détriment de la qualité, puisque les troupes de réserve sont composées de soldats âgés de plus de 28 ans.

Quant au génie, sa composition actuelle est la suivante : un régiment à 4 bataillons, dont le premier est dit de campagne et les trois autres de forteresse.

La défense de Liége et de Namur serait assurée par un bataillon du génie dans chacune de ces deux places ; ces dernières unités comprennent, en temps de paix, deux compagnies actives et deux compagnies de réserve.

Aussi longtemps que les armées de nos deux grands voisins eurent des effectifs assez peu considérables pour qu'on pût admettre qu'elles trouveraient aux abords immédiats de la frontière commune un premier champ d'action suffisamment vaste ; aussi longtemps que les théories tactiques enseignées par les disciples de Von Sauer laissèrent croire à la possibilité

d'enlever de haute lutte les barrières fortifiées que les Français, battus en 1870, avaient construites de Verdun à Belfort, il fut permis, jusqu'à un certain point, aux Belges, d'envisager comme vraisemblable l'hypothèse du respect de notre neutralité en cas de conflit franco-allemand, et de se montrer parcimonieux des deniers publics nécessaires à la défense nationale.

Aujourd'hui les exemples de Port-Arthur et d'Andrinople ont démontré, sans laisser subsister le moindre doute, que les places modernes sont susceptibles d'offrir une résistance considérable à un assiégeant. Il s'ensuit que la durée du siège d'une place qu'il faudrait enlever avant d'entamer les opérations de campagne, nécessiterait des dépenses qu'une grande nation en état de guerre ne pourrait pas supporter.

Comme les couloirs que les Français ont laissé subsister entre leurs quatre grandes places de l'Est ne suffiraient pas au déploiement des forces armées allemandes et comme les fronts défensifs de Metz, Strasbourg et du Rhin moyen seraient autant d'obstacles à bouleverser d'abord par nos voisins du Sud, la nécessité de chercher au plus vite une bataille décisive en rase campagne a rendu vraisemblable l'utilisation du territoire belge par celui des deux adversaires qui chercherait à porter la guerre chez son ennemi.

Or, un conflit entre grandes puissances devient de plus en plus probable. Ne sont-elles pas écrasées sous le fardeau de charges militaires sans cesse croissantes ? Deux fois, en quelques années, nos états-majors ont été sur les dents, prêts à recevoir l'ordre de mobiliser l'armée belge ; et ne doit-on pas craindre qu'une troisième alerte soit fatale à la cause de la paix ? Aussi la Belgique a-t-elle envisagé la nécessité de se mettre en mesure d'écarter de son territoire les horreurs d'une guerre toujours menaçante.

L'alerte d'Agadir en 1911 a tout particulièrement attiré, sur nos institutions militaires, l'attention du public, qui s'est demandé si c'était absolument par militarisme outré que nos officiers les plus éminents réclamaient, avec tant d'insistance, la refonte et le renforcement de l'armée.

A cette époque les Belges avaient déjà fait un premier pas dans la voie des réformes en adoptant le service personnel, sous le ministère du lieutenant-général Hellebaut, à qui on doit également la création de l'État-Major général. M. Hellebaut s'étant retiré à la suite d'une campagne de presse qu'il ne nous convient pas d'apprécier ici, le portefeuille de la guerre fut confié *ad intérim* à M. le baron Ch. de Broqueville, ministre des chemins de fer, postes et télégraphes et chef du Gouvernement.

Le choix d'un « civil » s'imposait au département de la guerre. A tort ou à raison, les bureaux de la rue Royale étaient déconsidérés aux yeux de l'armée : une réorganisation radicale était devenue nécessaire. Mais il était bien difficile à un officier, nouvellement promu ministre, de débuter dans la carrière par les mesures énergiques que les circonstances exigeaient. M. de Broqueville s'en chargea.

Nommé Ministre de la guerre, le 26 février 1912, il présentait le 5 mars au Roi Albert un rapport concernant la réorganisation du Département de la guerre et des divers services de l'armée, l'institution d'un conseil supérieur de la défense nationale et la revision du barême des traitements des officiers.

Nos lecteurs nous permettront de reproduire ici la plus grande partie de ce rapport qui est un point de repère important dans l'historique de l'établissement militaire de la Belgique.

Sire,

« Depuis le jour où la confiance Royale m'a appelé à la tête du Gouvernement, je me suis fait un devoir d'étudier tout ce qui se rattache à l'établissement militaire du pays et de réaliser immédiatement les mesures dont l'utilité ne pouvait être contestée.

Dans ce dernier ordre d'idées, nous avons développé intensivement nos approvisionnements en vivres et en munitions, de même que les réserves pour le matériel d'artillerie.

Je crois pouvoir dire que nous menons, avec le maximum de célérité, les travaux qui assurent à la position fortifiée d'Anvers une valeur de premier ordre.

L'heure semble venue d'aborder les réformes relatives à l'organisation du ministère de la guerre. L'œuvre serait incomplète si elle ne comprenait toutes les mesures désirables et réalisables dans le cadre des institutions fondamentales du pays.

Ce sont ces réformes que je visais lorsque, le 20 décembre dernier, j'avais l'honneur de m'exprimer devant le Sénat de la façon suivante :

« Je pense qu'il convient de donner, bien entendu sous l'absolue responsabilité constitutionnelle du Ministre de la guerre, une plus grande autonomie à ceux qui auront à mener notre armée au danger. Ils doivent avoir une action, une influence, une autorité plus étendues dans diverses matières. Et ici, je vise spécialement et en premier lieu, ce que j'appellerai la confection des plans variés de campagne.

» Il ne faut pas qu'à ce point de vue puisse se produire une dualité quelconque ; il faut une unité parfaite et préparée de longue main ; j'estime que personne n'est mieux placé pour l'assurer que l'État-Major général de l'armée qui aura à prendre, aux jours mauvais, les responsabilités les plus graves pour le pays.

» Bien entendu, Messieurs, ces plans doivent être élaborés en parfait accord avec le Ministre de la guerre pour la raison bien simple que le Ministre de la guerre a, en ces matières, une responsabilité que, constitutionnellement, aucun autre ne peut assumer. Il faut, d'autre part, que le haut commandement exerce ce que j'appellerai l'indispensable influence sur l'avancement de ceux qui sont appelés à être, à un moment donné, les petits comme les grands chefs.

» Il importe que le haut commandement sache exactement quels sont les hommes qu'il aura entre les mains pour diriger telle et telle unité, depuis la plus faible jusqu'à la plus considérable. Cela me paraît indispensable et ici encore j'estime que l'action du haut commandement doit s'exercer dans toute sa plénitude, mais toujours sous la responsabilité du Ministre de la guerre.

» Et de même, Messieurs, si des officiers je passe aux soldats, je dis que l'intervention du haut commandement, dans tout ce qui concerne la formation de la troupe, depuis l'homme jusqu'à l'unité, doit être plus marquante qu'elle ne l'a été jusqu'ici. Pour qu'une armée soit véritablement forte, il faut qu'elle soit formée suivant les vues mêmes de ceux qui seront ses chefs devant l'ennemi. C'est de commun accord avec eux que les règlements et instructions doivent être revisés suivant les vues modernes et adéquates.

» De cette façon, nous assurons à l'armée cette unité qui lui est indispen-

sable, cette unité qui fait la force militaire et qui a permis à des armées, faibles en apparence, de battre des armées bien supérieures en nombre, mais moins fortement structurées de par leur formation et leur homogénéité.

» Ce sont ces choses-là que je tiens avant tout à assurer, parce que je considère que rien de sérieux ne peut être fait si à la base même on n'établit des règles parfaitement logiques et rationnelles. Si je suis si affirmatif, c'est parce que ces questions ont été pour moi l'objet de longues études et qu'elles ne relèvent pas, à proprement parler, de l'ordre technique, mais de la réflexion, du bon sens et un peu aussi de la clairvoyance. »

Votre Majesté ayant bien voulu approuver ces déclarations, j'ai l'honneur de Lui soumettre des projets d'arrêtés relatifs à une part importante de leur application.

Le plan général de la réorganisation peut être ramené à ces trois pensées maîtresses :

1° Décentralisation aussi large que possible ;

2° Autonomie adéquate à la responsabilité, afin de donner à celle-ci un caractère effectif et équitable ;

3° Action sans cesse renouvelée de la vie active sur la vie administrative de l'armée.

La décentralisation qui va s'opérer dans le sens d'une large autonomie, attribuée à l'État-Major général, aux inspections générales, comme aux divers chefs d'unités, va distraire du ministère de la guerre un grand nombre de ses bureaux, dont plusieurs d'ailleurs faisaient double emploi avec des organismes existant déjà. Il importe, cependant, d'assurer tout à la fois l'unité administrative comme l'unité de vues dans l'exécution journalière des mesures de principe adoptées.

La création d'un secrétariat général, d'ordre essentiellement administratif, est née de la première de ces nécessités ; l'institution d'un conseil habituel du département est issue de la seconde.

Sous la présidence du Ministre, ce conseil, composé du chef de l'État-Major, des inspecteurs généraux, du secrétaire général, d'un officier général d'infanterie et de cavalerie, de l'intendant en chef, se réunira fréquemment pour veiller à l'harmonieuse exécution des décisions d'ordre général, comme au perfectionnement de tous les points d'ordre secondaire,

Les questions se rattachant à la défense nationale forment un tout où l'intérêt supérieur du pays commande de faire régner l'esprit de méthode et de suite.

Il m'a donc paru désirable de mettre, dans une légitime mesure, ces problèmes vitaux à l'abri des vicissitudes des carrières ministérielles. De là, l'institution, sous la présidence du Roi, d'un conseil supérieur de la défense nationale, qui comptera dans son sein les éléments investis des responsabilités les plus élevées en matière de commandement ou d'administration.

Le Ministre a le droit de saisir le conseil de toutes les grandes questions de principe intéressant la défense nationale.

Dans le cadre des lois existantes, chaque membre du conseil exerce le même droit.

Parmi les objets qui retiendront l'attention du conseil se trouvera, je n'en doute pas, la question des meilleures méthodes à suivre pour mener en temps utile les éléments les plus capables aux commandements supérieurs de nos forces militaires. C'est là une question d'une importance capitale et, par le fait, de nature à faire l'objet d'un débat approfondi.

Il appartient au Roi de réunir le conseil périodiquement ou autrement.

Il est incontestable qu'une revision organique, comme celle que j'ai l'honneur de soumettre à Votre Majesté, ne peut être réalisée instantanément, par le seul fait de la publication de l'arrêté royal la décrétant.

A côté de l'arrêté formulant les principes, il y a une série de mesures d'exécution à prendre ; la plupart d'entre elles relèvent de l'arrêté ministériel.

Ces mesures doivent être bien mûries et fixées d'accord avec les autorités, désormais responsables vis-à-vis du Ministre.

Je crois répondre à l'intérêt de l'armée en proposant à Votre Majesté de ne pas conserver plus de cinq ans dans les bureaux les militaires en activité de service ; la limite actuelle de dix ans me paraît excessive.

Sans vouloir adresser à qui que ce soit une critique quelconque, j'estime préférable que les bureaux ne perdent jamais le contact de la vie et des besoins réels de l'armée active.

Le rapprochement constant des deux éléments constitue une source de lumière et de progrès.

La confiance de l'armée dans les bureaux chargés de pourvoir aux nécessités de la défense nationale ne peut que s'accroître dans le régime nouveau.

En même temps que le premier arrêté, j'ai l'honneur d'en soumettre au Roi un second portant revision des traitements des officiers.

Sire,

Les principes qui consacrent les projets d'arrêtés royaux ont été accueillis avec faveur par les mandataires de la Nation.

Ils sont en quelque sorte la conséquence des déclarations franches et loyales que j'ai cru de mon devoir de faire au Parlement, dès le début de cette session.

Assurément les transformations décidées apporteront quelque trouble dans les usages reçus ; elles heurteront peut-être les habitudes de tel ou tel bénéficiaire du régime antérieur.

Nul plus que moi ne regrette tout désagrément causé à autrui ; mais devant l'honneur et la sécurité du pays, il n'y a place que pour un sentiment : celui du devoir.

Après avoir consciencieusement cherché à éclairer mon jugement, je crois pouvoir soumettre en toute confiance les arrêtés à la Sanction Royale.

Bien que la réforme d'un organisme aussi compliqué que l'armée ne puisse se faire sans créer des frottements, les mesures de décentralisation se sont succédé, donnant aux différents chefs militaires une plus grande responsabilité et aussi plus d'autorité.

En abandonnant aux chefs de corps une partie de ses prérogatives, le département de la guerre a détruit d'un seul coup l'influence débilitante pour la discipline de certains solliciteurs politiciens.

Nous étions en retard sur les puissances voisines, dans l'organisation de l'aviation militaire. Si notre

École d'aviation date de 1911, c'est l'année dernière seulement qu'elle fut pourvue des engins indispensables, et tout fait présager que 1913 marquera une étape nouvelle pour cette arme de l'avenir.

Une saine organisation fortifie l'armée, mais elle ne saurait suffire à tout : le nombre est un des facteurs prépondérants du succès sur le champ de bataille.

Après avoir passé le portefeuille de la guerre au général Michel, M. de Broqueville l'a repris en novembre dernier pour achever l'œuvre de rénovation militaire qu'il avait entreprise depuis que le Roi avait daigné le placer à la tête du Gouvernement.

La guerre d'Orient et la crainte d'un conflit européen créaient une atmosphère favorable aux décisions énergiques ; *la loi belge de 1913 constituera l'effort militaire le plus considérable obtenu de la Belgique depuis qu'elle existe.*

Jusqu'à présent, la crainte d'un refus répondant aux demandes de nouveaux crédits pour l'amélioration de l'armée et la défense du pays, avait conduit l'administration militaire à déguiser ses *desiderata ;* elle présentait ses projets par parties tellement combinées qu'une première concession entraînait fatalement la suivante. C'est ainsi, par exemple, qu'on demandait le crédit nécessaire à un nouveau matériel, puis, ultérieurement, les hommes indispensables à son emploi : tel fut le cas des canons à tir rapide, tel aurait été celui des nouveaux forts d'Anvers.

Nous entrons aujourd'hui dans une autre voie : la loi de 1913 n'est pas une loi d'embûches ; elle envisage franchement les sacrifices qui s'imposent à un peuple jaloux de son indépendance et auquel les tracas d'une vie industrielle intense et prospère ne font pas perdre de vue les intérêts supérieurs de la Patrie.

(A suivre) JEAN NÉLUSEY.

L'ÉVOLUTION DE LA CHIMIE PHYSIQUE [1]

On réunit aujourd'hui sous le nom de *chimie physique* un ensemble de données fournies tant par l'expérience que par la théorie et touchant à la fois à la chimie et à la physique. C'est dire que les limites de cette branche nouvelle de la science sont quelque peu incertaines et arbitraires. Nous les restreindrons ici aux questions qui ont pris le plus de développement et qui intéressent plus spécialement les chimistes. C'est l'expérience qui est la base de toutes ces acquisitions nouvelles : elle doit toujours le rester, malgré l'aide des considérations théoriques dans des questions qui établissent un lien entre les sciences expérimentales et les sciences mathématiques ; lien qu'était loin de soupçonner le caractère empirique de la chimie d'autrefois.

Cet aspect nouveau de la chimie s'accorde bien avec le développement général des connaissances humaines formulé par Ampère : d'abord un simple ensemble d'observations et d'expériences ; ensuite une science rationnelle les reliant entre elles et les expliquant ; enfin, une science plus précise, allant jusqu'à coordonner mathématiquement les détails des faits observés et par là même pouvant en prévoir de nouveaux.

La branche nouvelle de la chimie ainsi constituée s'est tellement développée qu'elle a aujourd'hui des revues périodiques spéciales : en allemand, le Zeit-

(1) Reproduction d'un article publié dans la Revue scientifique, du 30 novembre 1912 ; quelques rares additions y ont été faites par l'auteur.

SCHRIFT FÜR DIE PHYSIKALISCHE CHEMIE ; en français, le JOURNAL DE CHIMIE PHYSIQUE de M. Ph. Guye.

LES ORIGINES

Nous n'hésitons pas à faire remonter à Berthollet la première origine de la chimie physique. Ses lois de la décomposition des sels par les acides, les bases et les sels avaient montré que, dans les réactions chimiques, il faut tenir compte non seulement de l'affinité, mais des conditions physiques. Peu après, Dulong avait trouvé que, dans la décomposition des sels insolubles par les sels solubles, intervient « la masse » du réactif pris en excès. Dumas, avec sa merveilleuse clarté, a fait saisir, dans sa *Philosophie chimique*, l'importance de ces lois.

Dissociations et équilibres chimiques. — Mais ce sont Berthelot et Henri Sainte-Claire Deville qui sont les fondateurs de la chimie physique : Deville avec son idée géniale de la dissociation, Berthelot avec son travail sur l'éthérification. Ces deux sortes de recherches n'ont pas été dès le début rapprochées l'une de l'autre : elles ont cependant un lien étroit, car elles ont établi la notion de l'équilibre chimique, en d'autres termes, celle des *transformations réversibles*.

On sait que la dissociation est la décomposition incomplète de corps composés, restant incomplète quel que soit le temps de l'expérience lorsque les produits de la réaction sont maintenus en présence les uns des autres. Ainsi Deville a démontré expérimentalement la décomposition de l'eau et de l'acide carbonique à des températures extrêmement élevées (1863-1864).

Un peu plus tard, Debray, disciple de Deville, mais d'un esprit plus net, fit connaître la dissociation du carbonate de chaux (1867) : expérience capitale, qui rapprocha le phénomène chimique de la dissociation

du phénomène physique de la volatilisation, la tension de dissociation étant semblable à la tension maximum d'une vapeur produite en vase clos. Ces déterminations furent suivies de très près par les expériences sur les transformations isomériques : cyanogène, acide cyanique (Troost et Hautefeuille), phosphore (M. G. Lemoine, puis Troost et Hautefeuille). Bientôt, furent étudiés des cas plus complexes : la dissociation des solutions aqueuses de bicarbonate de chaux (M. Schloesing, 1872) : la réaction de l'acide carbonique sur l'ammoniaque, où l'on peut faire varier la proportion des deux gaz (Naumann, 1871 : Hortsmann, 1877).

Mes expériences sur la dissociation de l'acide iodhydrique (1874, 1875, 1877) ont ajouté aux données relatives aux systèmes hétérogènes des données précises relatives aux systèmes homogènes gazeux : ces déterminations portaient sur des gaz, hydrogène et vapeur d'iode, qui se combinent sans changement de volume, l'un des cas les plus simples que l'on puisse considérer : ils étaient pris en proportions atomiques à différentes températures et à différentes pressions, ou bien l'un des gaz était pris en excès : l'influence de la lumière était aussi étudiée. — M. Bodenstein a depuis (1893-1897) repris ces recherches et en a confirmé les points essentiels. Les combinaisons gazeuses effectuées avec condensation ont complété ces études (Friedel, 1875, pour l'oxyde de méthyle et l'acide chlorhydrique ; M.-G. Lemoine, pour le bromhydrate d'amylène).

Un peu avant que Deville, avec son imagination féconde, eût fait sentir toute la portée de la dissociation, Berthelot, avec son esprit positif, avait étudié minutieusement l'action des alcools sur les acides (1862-1863, avec Péan de Saint-Gilles) : dans un vase clos chauffé tout entier à la même température, l'éthérification est limitée ; la limite change avec l'excès de l'un des corps en présence : la vitesse de la transfor-

mation varie considérablement avec la température, mais la limite reste à peu près la même. Ainsi se trouve introduite nettement la notion de l'équilibre chimique. Et déjà Berthelot faisait intervenir le calcul mathématique dans l'explication numérique des données de l'expérience. Sa *Mécanique chimique* est un vrai traité de chimie physique.

J'ai contribué à rapprocher ces deux groupes de recherches, de Deville et de ses collaborateurs, et de Berthelot, par mes expériences sur le phosphore, par celles sur l'acide iodhydrique, dissociations souvent très lentes, et par les considérations théoriques qu'elles m'ont suggérées sur « les réactions limitées par l'action inverse » (1871).

Les théories mathématiques allaient bientôt s'emparer de toutes ces expériences classiques et les relier les unes aux autres.

La *catalyse* ne saurait être séparée des équilibres chimiques. Son nom même montre qu'autrefois on se contentait d'un mot pour toute explication. Thenard, déjà, en avait découvert de nombreux exemples pour l'eau oxygénée. Brodie avait montré qu'une trace d'iode change le phosphore ordinaire en phosphore rouge. Williamson (1851), étudiant l'éthérification continue de l'alcool par l'acide sulfurique, en donna une explication rationnelle en démontrant l'existence d'un composé intermédiaire, l'acide sulfovinique, qui se forme puis se détruit sans cesse. Berthelot a étendu cette interprétation à beaucoup d'autre cas.

D'autre part, Hautefeuille, dans la décomposition de l'acide iodhydrique gazeux par la mousse de platine, avait indiqué un équilibre que j'ai rapproché d'après mes expériences de celui qu'on observe avec la chaleur seule. Ainsi, à 350°, la décomposition est très lente par la chaleur seule, très rapide avec la mousse de platine, mais la limite est sensiblement la même : le catalyseur

agit de la même manière que la pression, en augmentant la vitesse de la transformation, c'est-à-dire qu'il abaisse la température à laquelle elle se fait facilement.

La *thermochimie* est un chapitre important de la chimie physique. Elle s'applique surtout aux transformations irréversibles, presque seules étudiées autrefois. Déjà Lavoisier, puis Dulong, avaient mesuré les quantités de chaleur dégagées dans diverses réactions. Mais leur portée fut mieux sentie lorsqu'on eut acquis la certitude de l'équivalence de la chaleur et du travail mécanique et de leurs transformations réciproques (Marc Seguin, Robert Mayer) (1). Dès lors, la quantité de chaleur dégagée dans une réaction mesure les mouvements moléculaires intérieurs qui y sont mis en jeu. On sait quelles nombreuses déterminations sont dues à Berthelot. Thomsen, Stohmann, etc. Elles forment l'une des acquisitions les plus précieuses de la chimie, car elles servent continuellement à des comparaisons et à des prévisions très utiles. La science des explosifs repose, pour une bonne part, sur la thermochimie : la bombe calorimétrique de MM. Berthelot et Vieille rend, même dans l'industrie, les plus grands services.

Les *lois expérimentales de Raoult* pour les solutions se rattachent encore aux origines de la chimie physique ; elles ont montré que, dans les solutions très diluées, l'abaissement des températures de congélation et l'élévation des températures d'ébullition sont les mêmes pour des solutions contenant dans un même volume le même nombre de molécules du corps dissous. L'interprétation théorique de ces lois en fait apprécier toute la généralité.

La *lumière* a, comme la chaleur, sur les transfor-

(1) La priorité de cette découverte appartient à Marc Seguin (1839), comme l'a rappelé J. Bertrand dans les COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, du 1er mars 1875, p 539.

mations chimiques une influence qui doit être précisée en coordonnant les observations empiriques utilisées pratiquement en photographie : de là, la *photochimie*. L'origine en est dans les belles déterminations de Bunsen et Roscoe (1857) sur la combinaison du chlore et de l'hydrogène avec une lumière atténuée ; ils ont démontré qu'elle ne dépend que du produit de l'intensité lumineuse par la durée de l'éclairement, mais de très petites quantités de gaz étrangers ont souvent une influence perturbatrice.

Les recherches de photochimie se sont développées, tout en restant moins nombreuses que celles qui se rapportent à l'énergie calorifique. Berthelot a distingué nettement les transformations photochimiques produites avec dégagement ou avec absorption de chaleur ; dans ces dernières, les moins nombreuses, l'énergie lumineuse fournit certainement un travail pour modifier l'édifice moléculaire (1).

Enfin, l'*énergie électrique* intervient souvent dans les transformations chimiques. Après les découvertes générales, la base des recherches de ce genre est la loi de Faraday, d'après laquelle une même quantité d'énergie électrique, en décomposant différents sels, isole des poids de métaux proportionnels à leurs équivalents. Il a fallu aller plus loin à cause des développements pratiques de l'électrolyse. On a pu définir les forces électromotrices minima nécessaires pour isoler les différents métaux.

DÉVELOPPEMENTS THÉORIQUES

Les expériences de chimie physique, dès qu'elles sont arrivées aux déterminations numériques, ont sug-

(1) J'ai montré par une interprétation rationnelle et par l'expérience (acide oxalique et chlorure ferrique) comment, lorsque les réactions dégageant de la chaleur sont à l'*état de régime*, la quantité de matière transformée y est

géré des théories propres à les coordonner. Celles-ci, à leur tour, ont exercé une sérieuse influence sur le développement des recherches expérimentales, et, aujourd'hui, ces deux efforts distincts sont assez difficiles à séparer l'un de l'autre.

Les théories des équilibres chimiques se partagent en deux groupes : les unes fondées sur les vitesses des transformations ; les autres, sur la thermodynamique.

La *vitesse des transformations chimiques* avait été étudiée déjà par Wilhelmy (1850), mais pour un cas très particulier, l'inversion du sucre de canne par les acides. V. Harcourt et W. Esson s'en sont aussi occupés. C'est surtout Berthelot qui, de 1854 à 1865, a insisté sur la nécessité de ces déterminations, surtout à l'occasion de l'éthérification (1862-1863). MM. Guldberg et Waage en ont fait l'objet de recherches approfondies à partir de 1864 (1). J'ai moi-même développé ces études à propos de la transformation du phosphore (1871), de celle de l'acide iodhydrique (1881-1882) et de la transformation allotropique de la vapeur d'iode vers 1000°, en formulant une théorie des « actions limitées par l'action inverse » qui a précédé pour la dissociation celle qu'on attribue souvent exclusivement à MM. Guldberg et Waage.

Encore à l'heure actuelle, ces « théories cinétiques », dont les points de vue ont un peu varié, offrent une

proportionnelle à l'intensité lumineuse (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 1895, tome 120, p. 442 et tome 121, p. 817).

(1) MM. Guldberg et Waage : LES MONDES, 1864 (vitesses des réactions et équilibres) ; études sur les affinités chimiques, programme de l'Université de Christiania pour 1867 (avec de nombreuses expériences) ; JOURNAL FÜR PRAKTISCHE CHEMIE de 1879, article où pour la première fois ils s'occupent de la dissociation et admettent que la décomposition d'un corps gazeux est proportionnelle non pas à son poids P mais à $(P + \alpha)$, α étant une constante ; cette hypothèse a été rejetée. Les COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES du 23 octobre 1871 contenaient déjà la théorie de M. G. Lemoine sur la dissociation : le dernier exposé en a été donné dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES de janvier 1887.

conception rationnelle des équilibres chimiques. On y évalue, comme l'a fait Berthelot pour l'éthérification, séparément la vitesse des deux réactions inverses qui s'équilibrent. Comme l'a dit M. Nernst, ces formules peuvent seules nous renseigner sur le mécanisme de la réaction, tandis que celles de la statique chimique sont entièrement indépendantes de la voie par laquelle s'établit l'équilibre.

Cette considération de la vitesse des réactions s'applique à toutes sortes de transformations chimiques. Lors de la magnifique découverte de la transformation spontanée du radium en hélium, la formule dite monomoléculaire des vitesses des réactions s'est trouvée toute prête pour calculer ce qu'on appelle d'une manière pittoresque la « vie moyenne » du radium. En appelant p le poids de matière primitive, y le poids décomposé au temps t, et k une constante, on a :

$$dy = k\,(p - y)\,dt$$

La *thermodynamique* prenait ses grands développements à peu près au moment où Berthelot et Deville donnaient à la chimie physique ses bases classiques. C'est en 1862 que Verdet, dans ses célèbres leçons à la Société chimique, exposait avec une admirable clarté les deux principes fondamentaux : équivalence du travail et de la chaleur, égalité de rendement des machines thermiques. De là les idées actuelles sur la *conservation* et la *dégradation* de l'énergie, si bien vulgarisées il y a peu d'années par le regretté B. Brunhes dans son livre *La dégradation de l'énergie*. Il en est résulté pour la chimie physique de nombreuses théories où souvent des développements mathématiques très touffus ont laissé dans l'ombre le point de vue expérimental.

Clapeyron avait, par une formule célèbre, bien

souvent utilisée, établi la relation entre les tensions maxima des vapeurs et la température. Elle est exactement applicable à la dissociation des systèmes hétérogènes produisant un seul gaz, ou systèmes monovariants ; telle est celle du carbonate de chaux (Horstmann, Moutier, Peslin, Vicaire).

C'est également à cette époque, vers 1875, que Gibbs publia ses considérations mathématiques sur les transformations de l'énergie dans les transformations chimiques (1), considérations tellement générales que, malgré leur haute valeur, elles ne furent pas immédiatement remarquées. De ces publications est restée surtout la célèbre *règle des phases* qui est avant tout une classification des diverses sortes d'équilibre et qui donne d'avance des indications précises sur les lois expérimentales d'après les « degrés de liberté » du système. Elle a, en particulier, conduit Roozeboom et van 't Hoff à une curieuse explication des transformations des hydrates salins les plus compliqués.

Pour les systèmes homogènes, dont l'acide iodhydrique gazeux, dissociable en ses éléments, est le type classique, on doit à van 't Hoff d'avoir établi par la thermodynamique la loi dite de l'*action de masse* reliant la répartition des corps en présence, combinaisons et éléments libres, avec la pression, la température et l'excès d'un des gaz (équilibre chimique dans les systèmes gazeux et dissous à l'état dilué, 1885, Archives Néerlandaises, tome XX). Cette démonstration, établie sur des considérations assez étranges, mais plausibles, en prenant pour exemple la décomposition de l'acide chlorhydrique gazeux par l'oxygène à haute température, suppose que les gaz sont à l'état parfait : elle est donc soumise aux mêmes restrictions que la

(1) J'en ai donné le résumé dans mon livre Études sur les équilibres chimiques (1881) ; M. Le Chatelier (1899) a publié une traduction du mémoire sur l'équilibre des systèmes hétérogènes (phénomènes chimiques).

loi de Mariotte. Malgré certaines discussions, elle reste d'une utilité pratique réelle, et a reçu diverses démonstrations (Gibbs, M. Le Chatelier, M. Washburn, Sarrau, d'après Gibbs).

Un même principe, dit du déplacement de l'équilibre, énoncé par M. Le Chatelier, d'après Gibbs, donne un résumé général des phénomènes : « Toute variation de l'un des facteurs d'équilibre tend à produire une variation de l'état d'équilibre dans un sens tel qu'il en résulte une variation de sens contraire du facteur considéré ».

On doit aussi à M. Le Chatelier d'avoir, en partant de la formule de Clapeyron, établi une relation reliant la solubilité d'un corps solide dans les liquides à la quantité de chaleur dégagée dans la dissolution.

A la thermodynamique se rattachent les discussions relatives au principe du travail maximum, énoncé, pour les transformations irréversibles, par Berthelot et Thomsen d'une manière trop absolue : « Tout changement chimique accompli sans l'intervention d'une énergie étrangère tendrait vers la production du corps ou du système de corps qui dégage le plus de chaleur ». Malgré des restrictions et des interprétations successives, ce principe n'est pas exact. Envisagé comme règle empirique, il n'en est pas moins souvent utile, surtout pour les réactions entre corps solides et liquides. Berthelot lui-même s'est vu forcé à la fin de modifier entièrement son premier énoncé.

Ce sont les mathématiciens qui ont donné la véritable signification de cette règle : elle ne s'appuyait que sur le premier principe de la thermodynamique : il faut en outre faire intervenir le second, le principe de Carnot. On utilise pour cela la considération de l'entropie S (Clausius), fonction telle que, dans une transformation réversible à la température absolue T, la quantité de chaleur Q dégagée est reliée à l'entropie

par la relation $dS = -\frac{dQ}{T}$. On arrive ainsi à faire deux parts dans la quantité de chaleur dégagée par une transformation irréversible : une portion seulement est utilisable sous forme de travail mécanique, par exemple par l'intermédiaire d'une pile électrique : on conclut alors que le système chimique le plus stable est celui qui fournit le plus de chaleur utilisable.

M. Duhem, qui a tant lutté contre Berthelot pour détruire le premier énoncé empirique de la règle du travail maximum, est arrivé à une conclusion semblable par considération du « potentiel thermodynamique », et il en a fait de nombreuses applications, coordonnées en dernier lieu dans son ouvrage *Thermodynamique et chimie* (1910).

Enfin, récemment, M. Nernst a donné à l'énoncé correct du travail maximum une forme encore plus facilement compréhensible (1) en s'appuyant sur ses belles expériences de déterminations de chaleurs spécifiques à de très basses températures, qui permettent de calculer l'entropie en valeur absolue. Appelons U l'énergie totale, somme de la chaleur dégagée et du travail (généralement négligeable) accompli par les forces extérieures : soit A l'énergie utilisable. En se rapprochant du zéro absolu, où tous les corps sont solides, on a non seulement $(U - A) = 0$, mais encore :

$$\lim \frac{dU}{dT} = \lim \frac{dA}{dT}$$

La *théorie des explosifs* dépend directement des considérations thermodynamiques relatives aux transformations irréversibles. Préparée en France par les

(1) M. Einstein a justifié les vues de M. Nernst par des considérations théoriques qui ont été résumées par M. Bloch dans la REVUE SCIENTIFIQUE du 3 février 1912.

travaux de nos officiers d'artillerie, en Angleterre par ceux d'Abel, elle est devenue un corps de doctrine grâce à Berthelot, Sarrau et M. Vieille. L'expérience y intervient par les quantités de chaleur mesurées surtout avec la bombe calorimétrique et par les pressions mesurées en particulier grâce aux appareils de M. le général Sebert : la théorie y applique des formules issues de celle de van der Waals qui complète la loi de Mariotte pour les très fortes pressions : on y utilise le « covolume » qu'on peut considérer comme correspondant au volume propre des molécules gazeuses et qui d'après les expériences de M. Amagat a sensiblement la même valeur pour les principaux gaz des explosions. On arrive ainsi à calculer le volume des gaz produits, leur température, la pression, le travail des explosifs.

Le *rôle de l'électricité* dans les transformations chimiques a été atteint lui-même par la thermodynamique, avec une évolution semblable à celle qui a eu lieu pour les quantités de chaleur.

Une même quantité d'énergie électrique met en liberté des poids des différents métaux proportionnels à leurs équivalents. Mais en outre, on a établi une loi approximative, à peu près suffisante pour la pratique, reliant la chaleur de formation du corps électrolysé à la force électro-motrice minima nécessaire pour la décomposition. Cette première relation revient à dire que l'énergie chimique se transforme entièrement en énergie électrique : elle se confond ainsi en principe avec la règle du travail maximum de Berthelot et n'est point une loi rigoureuse. Un progrès important a été réalisé par Helmholtz en introduisant une correction qui utilise le second principe de la thermodynamique. Récemment M. Nernst a donné à ce problème une solution plus pratique.

Pour la *photochimie*, les théories sont moins avancées. L'une de leurs difficultés est d'établir les raisonnements pour une radiation homogène, car pratiquement la lumière correspond toujours à diverses longueurs d'onde. On sait, d'après un principe dû à Grotthus et Herschell (attribué à Vogel en Allemagne), qu'une substance colorée impressionnable à la lumière est impressionnée par les radiations lumineuses qu'elle absorbe, c'est-à-dire par les radiations complémentaires de celles qu'elle réfléchit. Une difficulté sérieuse est la mesure des absorptions, car l'absorption purement physique traduite par un échauffement est mêlée à l'absorption d'ordre chimique corrélative d'une transformation de l'énergie lumineuse. J'ai donné pour le cas des mélanges de chlorure ferrique et d'acide oxalique une méthode permettant de se rendre compte numériquement de cette absorption et par conséquent de la valeur de la transformation chimique pour différentes formes de vases.

DÉVELOPPEMENTS DE L'EXPÉRIENCE

De nombreuses données expérimentales sont venues enrichir la chimie physique ; citons en quelques-unes.

Pour la *dissociation*, on a étudié des combinaisons permettant des déterminations plus exactes que celles qui exigent des températures trop élevées : ainsi les tensions de dissociation des combinaisons des chlorures métalliques à l'ammoniaque ont permis de contrôler exactement la théorie.

Citons aussi : la densité de vapeur du peroxyde d'azote, la densité de la vapeur d'iode à de très hautes températures et à diverses pressions, les transformations allotropiques du soufre : puis, les recherches plus récentes sur la transformation allotropique de l'étain (M. Cohen), sur les alliages de fer et de nickel (M. Guil-

laume), sur la dissociation du carbonate d'argent (M. Colson), sur le phosphore (M. Cohen et M. Jolibois).

La règle des phases indique des dissociations plus complexes que le type classique du carbonate de chaux. La combinaison partielle de l'acide carbonique et de l'ammoniaque (Naumann, Horstmann) en a été d'abord un exemple. L'hydrate de chlore (M. Le Chatelier), l'oxychlorure de carbone, l'hydrogène sélénié en ont fourni d'autres.

La formation limitée de l'anhydride azotique et celle de l'ammoniaque aux températures très élevées obtenues grâce à l'électricité ont été étudiées par les formules des équilibres chimiques en même temps que par l'industrie (M. Ph. Guye, M. Nernst, etc.).

Enfin, l'idée de la dissociation a préparé les admirables découvertes sur la transformation des corps radio-actifs dues à M. et Mme Curie et à M. Debierne, à M. Ramsay et à ses collaborateurs, à M. Rutherford, etc. Le changement du radium en émanation et de l'émanation en hélium (MM. Ramsay et Soddy, 1903) suit la vitesse des transformations monomoléculaires, mais est corrélatif de la libération de formidables quantités d'énergie.

Pour les *équilibres chimiques*, les expériences de Berthelot sur la formation des éthers ont été complétées par d'autres sur la formation des amides et sur la saponification des éthers. On a repris celles de Deville sur les équilibres à haute température entre le fer, l'hydrogène et la vapeur d'eau. On a découvert la décomposition partielle des sulfates métalliques par l'acide chlorhydrique gazeux (M. Colson).

M. Le Chatelier a montré que la décomposition des sels d'antimoine et de bismuth par l'eau s'accorde avec la règle des phases.

La décomposition des sels par l'eau en solution aqueuse, lorsque rien de visible n'apparaît, a été suivie

soit par les variations de température (Berthelot), soit par les variations de conductibilité électrique (M. Bouty, M. Daniel Berthelot, etc.).

La *vitesse des transformations chimiques* a fait l'objet de diverses déterminations.

Pour les systèmes homogènes : la réaction de l'acide permanganique sur l'acide oxalique (V. Harcourt et W. Esson, 1866), la transformation de l'acide métaphosphorique en acide phosphorique (M. Sabatier), la décomposition des diazoïques, la multirotation des sucres, diverses oxydations (M. Job).

La formule de la vitesse de transformation est assez souvent plus compliquée que les formules monomoléculaires et même bimoléculaires, comme l'avait déjà montré M. Schloesing pour le bicarbonate de chaux : citons notamment la réduction de l'acide chromique par l'acide phosphoreux (M. Viard).

Pour les systèmes non homogènes, la vitesse d'une transformation, par exemple dans l'attaque d'un métal par un acide étendu, dépend non seulement de l'action chimique, mais encore de la vitesse de diffusion qui éloigne plus ou moins rapidement les couches d'abord attaquées. Cette influence a pu être exprimée mathématiquement.

L'*étude des solutions* a été poursuivie par la détermination de nombreuses courbes de solubilité (Etard, etc.) : elles indiquent souvent l'existence des hydrates.

Mais c'est surtout la notion de la pression osmotique qui a donné des développements inattendus. Elle est la force avec laquelle l'eau pénètre à travers une membrane pour aller rejoindre et diluer une solution saline, la membrane dite semi-perméable étant supposée ne pas laisser passer le sel, tandis qu'elle laisse passer l'eau. Cette notion, due aux observations de de Vries et de Pfeffer sur les cellules végétales, a été précisée par des déterminations expérimentales à l'aide de mem-

branes semi-perméables artificielles malgré les difficultés de leur préparation. Elles ont été coordonnées par van 't Hoff (1885) dans une loi générale identique à celles de Mariotte et Gay-Lussac pour les gaz. Sans doute, cette assimilation n'est valable qu'à partir d'une certaine dilution. Néanmoins elle a une grande portée : toutes les formules de thermodynamique pour les équilibres chimiques dans les systèmes gazeux s'appliquent immédiatement aux solutions, et les lois de Raoult reçoivent une interprétation numérique.

Il a fallu de la hardiesse à van 't Hoff pour énoncer une formule aussi générale. En effet, elle se vérifie mal pour les solutions de sels dans l'eau qui sont les plus usuelles : elle ne s'applique bien qu'aux solutions dans les liquides « non électrolytes », benzine, chlorure de carbone, etc. Mais cette anomalie a été rapprochée par van 't Hoff de celle qui a été autrefois l'objet de discussions passionnées à propos du chlorhydrate d'ammoniaque, du chloral, etc. : de même que la vapeur de chlorhydrate d'ammoniaque est en partie dissociée, de même les sels en solution très diluée sont en partie décomposés par l'eau.

La dissociation électrolytique d'Arrhénius s'est trouvée ainsi s'unir aux observations de pression osmotique pour confirmer ces vues de van 't Hoff. On y a fait intervenir dès lors la considération des « ions », très à la mode aujourd'hui, sans qu'elle paraisse indispensable.

Les *solutions solides* ont été rapprochées des solutions proprement dites, en déterminant les températures de solidification sur des mélanges de sels fondus, analogues théoriquement aux mélanges de sels et d'eau : ces expériences se joignent à celles qui portent sur les mélanges de métaux fondus, les alliages (MM. Guthrie, Le Chatelier, Gautier, Charpy, Tammann, etc.). Elles

se rattachent aux observations métallographiques (Osmond, etc.).

Les *solutions dites colloïdales*, depuis les expériences classiques de Graham, ont, malgré leur complexité, suscité beaucoup de recherches (1). On doit y distinguer au moins deux cas : celles qui renferment en suspension des métaux extrêmement divisés (M. Bredig) : celles qui renferment soit à l'état de suspension, soit dans un état plus ou moins voisin de la solution, des molécules chimiques correspondant à des assemblages d'atomes très complexes et par conséquent à un poids très élevé : leur pression osmotique est infiniment plus faible que pour les solutions proprement dites : leur observation avec l'« ultra-microscope » a accru leur intérêt.

La *tension superficielle* des liquides, que l'on peut déduire de leur ascension dans les tubes capillaires ou encore de la vitesse d'écoulement, a été l'objet de diverses recherches, notamment de MM. Ramsay et Shields, de M. Philippe Guye et de ses élèves, etc. L'un des résultats les plus intéressants est de faire connaître si dans un liquide les molécules sont isolées les unes des autres ou associées. C'est ainsi que l'eau à basse température semble avoir une molécule multiple, la molécule simple étant celle de l'état gazeux : M. J. Duclaux est arrivé depuis à la même conclusion par d'autres expériences.

Déjà MM. Raoul et Recoura (1890), par l'étude des tensions de vapeur des solutions faites dans l'acide acétique, avaient montré qu'elles contiennent plusieurs molécules associées, de même que l'acide acétique en vapeur prise à des températures relativement basses

(1) Voir dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, l'article de M. Maréchal, octobre 1910.

(Cahours). Récemment, M. Colson a développé des considérations semblables.

Pour les *catalyseurs* (1), les expériences les plus remarquables sont celles de MM. Sabatier et Senderens : en particulier, par l'action du nickel réduit sur les mélanges d'hydrogène et de vapeurs de benzine, ils ont pu préparer un grand nombre de corps appartenant à la série hydrobenzénique. La fixation d'hydrogène doit résulter d'hydrures de nickel qui se forment et se détruisent successivement.

Un autre type de « ferments minéraux » est donné par les sels de manganèse qui sont de si curieux porteurs d'oxygène dans diverses réactions (M. G. Bertrand, etc.).

On doit aussi mentionner les actions catalytiques qui se rapportent à l'influence de l'eau (M. Dixon, M. Baker, Moissan, M. Colson, etc.). Beaucoup de réactions n'ont pas lieu entre des gaz parfaitement secs.

L'industrie a tiré parti des réactions catalytiques des laboratoires et même des théories qui s'y rattachent. Le chlore se fabrique en décomposant l'acide chlorhydrique gazeux par l'oxygène de l'air en présence de l'oxyde de cuivre. L'acide sulfurique se fabrique en faisant réagir l'acide sulfureux sur l'oxygène de l'air en présence du platine.

La *mesure des chaleurs spécifiques à de très basses températures* est une donnée récente très importante, due à M. Dewar et à M. Nernst avec les savants de son école. La loi de variation des chaleurs spécifiques jusqu'à la température de l'hydrogène liquéfié est ainsi connue pour un grand nombre de corps solides : en approchant du zéro absolu, les chaleurs spécifiques diminuent, et souvent si notablement que la chaleur

(1) Voir dans la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, les articles de M. Maréchal, janvier 1911 et de M. Senderens, octobre 1912.

spécifique est pratiquement égale à zéro bien avant la température de l'hydrogène liquide. C'est la base expérimentale du théorème de M. Nernst signalé plus haut parmi les théories de chimie physique.

Pour la *photochimie* (1), beaucoup d'expériences, comme celles de M. Ciamician et de M. Paterno, intéressent la chimie proprement dite plus que la chimie physique. Mentionnons spécialement les recherches quantitatives :

Action de la lumière sur les mélanges d'acide oxalique et de chlorure ferrique et comparaison avec l'action de la chaleur dans l'obscurité (M. G. Lemoine, 1893-1895). Comparaisons semblables pour le styrolène (M. G. Lemoine) et pour l'anthracène (MM. Luther et Weigert). Action de la lumière sur les mélanges de chlore et d'oxyde de carbone (M. Meyer Wildermann), expériences remarquables par la perfection des appareils et la pureté des gaz.

La conclusion est que lorsqu'on élimine par des calculs convenables les effets de l'absorption de manière à raisonner sur une couche infiniment mince, les actions chimiques de la lumière et de la chaleur suivent les mêmes lois : suivant une idée émise par Berthelot, l'énergie manifestée sous forme lumineuse ne fait qu'abaisser la température à laquelle se produit une réaction ou plus exactement qu'accélérer une réaction qui sans elle mettrait le plus souvent un temps presque infini à se produire.

Un progrès récent, considérable, est l'emploi courant des radiations ultra-violettes très énergiques, correspondant à une extrême fréquence dans les vibrations lumineuses. On a utilisé la lampe à arc de mercure dans le vide pour différentes transformations chimiques,

(1) Voir les articles de J.-R. Mourelo dans la REVUE SCIENTIFIQUE, 17 et 24 août 1912.

même dans l'industrie. MM. Daniel Berthelot et Gaudechon ont fait ainsi des recherches d'ensemble très importantes.

TENDANCES ACTUELLES : PROGRÈS A RÉALISER

Malgré tant de développements, plusieurs problèmes d'un intérêt passionnant sollicitent les efforts des chercheurs.

Le plus important est la question de l'unité de la matière, posée par les résultats déjà acquis. Le radium se transforme en émanation, puis finalement en hélium. Il semble qu'en présence de l'eau et de certaines solutions métalliques il peut même se transformer en d'autres corps simples (MM. Ramsay et Cameron). Ces transformations correspondent à un formidable dégagement d'énergie, déjà mesuré, et incomparablement plus grand que dans tous les changements matériels connus jusqu'ici. Il faut attendre patiemment la solution de ce grave problème, car les transformations sont extrêmement lentes, et on n'a découvert encore aucun moyen artificiel de les accélérer. Ces recherches restent le privilège d'un très petit nombre de laboratoires à cause de la rareté et du prix extraordinairement élevé des corps radioactifs, en particulier des sels de radium.

La *chimie et la physique des très basses températures* ont déjà été très étudiées. Pour la chimie pure, on sait, entre autres choses, que le fluor solide, qui fond vers — 233°, réagit encore avec incandescence sur l'hydrogène vers — 250°, mais ne réagit plus sur l'eau (MM. Moissan et Dewar). Il y a beaucoup à faire dans cette voie : les résultats de l'expérience serviront en quelque sorte de support à diverses théories qui ont encore besoin de se perfectionner.

La *chimie des très hautes températures* attire, en ce

moment même, différents chercheurs. Les fours électriques donnent couramment 3000° et 3500°. Il y aurait intérêt à connaître les réactions et les propriétés des principaux corps à des températures intermédiaires entre 3000° et 1000°, soit 2000° environ. On peut espérer, pour la dissociation notamment, des résultats intéressants : tels sont, entre autres, ceux qu'a obtenus M. Matignon (azote et différents métaux). Des changements surprenants se produisent à ces hautes températures : ainsi, vers 2500°, la chaleur spécifique de plusieurs gaz, prise à volume constant, est à peu près trois fois plus grande que vers 0° (MM. Mallard et Le Chatelier, Berthelot).

Ici encore, surtout pour des expériences de mesure, les exigences matérielles sont telles qu'on ne peut aborder ces recherches que dans des laboratoires ayant une installation spéciale et richement dotés.

La *photochimie* touche de près à la chimie des très hautes températures, car l'énergie qu'elle y utilise de préférence (radiations ultraviolettes) correspond à d'excessives fréquences des vibrations de l'éther, comme pour les hautes températures. Les découvertes déjà faites dans cet ordre de recherches montrent tout leur intérêt. Ce sont surtout les rayons ultraviolets qui peuvent donner d'utiles enseignements. Avec les vibrations lumineuses très énergiques, l'acide chlorhydrique se dissocie, de même qu'avec la chaleur pour les températures très élevées. M. Nernst a fait justement remarquer qu'un grand progrès serait réalisé si l'on arrivait à établir, au sujet de la transformation de l'énergie rayonnante en énergie chimique, une théorie aussi complète que celle qui existe déjà pour les relations de la chaleur avec les énergies chimique et électrique.

L'*étude des solutions* est reprise en ce moment et mérite de l'être (1). On s'est guidé sur la considération de la pression osmotique et de la dissociation électrolytique exprimée par la théorie des ions. Or, il semble, d'après les objections récentes de M. Fouard et de M. Colson, que les faits sur lesquels on s'est appuyé ont besoin de vérification. La difficulté en résultant pour la théorie de van 't Hoff n'est peut-être pas insurmontable, car cette théorie ne se rapporte qu'à des solutions extrêmement étendues, à une sorte de matière *idéalisée*. Mais il y a là certainement des questions à élucider. Il en est de même, et plus encore, pour la théorie des ions qui, sous la forme généralement admise, n'est vraiment pas assez claire pour notre esprit français et qui, au moins pour la chimie, suscite beaucoup d'objections (M. Kahlenberg et M. Chesneau).

Les *colloïdes* intéressent depuis quelques années beaucoup de chimistes et de physiciens. Il est désirable qu'on arrive à plus de précision pour les données déjà acquises, ainsi que l'a fait remarquer M. Wyrouboff. Les relations des colloïdes avec les transformations chimiques dans les organismes vivants rendent ces études très attrayantes.

Les *actions catalytiques* sont tout à fait à l'ordre du jour, et elles méritent d'y rester. Les expériences se poursuivent surtout pour la chimie pure, en vue de la découverte de corps nouveaux, ou d'une préparation plus facile de corps déjà connus. Pour la chimie physique, il y aurait intérêt à préciser rigoureusement le

(1) Voir les articles de M. Walker, REVUE SCIENTIFIQUE du 3 août 1912; de M. Jones, BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, octobre 1912; de Spring, BULLETIN DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE, 1910.

mécanisme de ces catalyses. En général, elles se produisent, soit parce que les gaz réagissants se trouvent fortement condensés par le catalyseur (catalyse physique), soit parce qu'il se forme des produits transitoires instables (catalyse chimique). Ce sont ces corps intermédiaires, éphémères, qu'il faudrait toujours bien définir.

Les physiologistes sont de plus en plus frappés de l'importance des catalyseurs pour les variations chimiques qui se passent dans les êtres vivants, notamment pour les fermentations. Ils en exagèrent peut-être le rôle. Il serait très désirable que des expériences suivies fournissent des données positives sur des réactions catalytiques semblables à celles qu'on observe dans l'organisme à de basses températures.

A ces actions catalytiques se lie l'influence des parois des vases pour beaucoup de réactions gazeuses, et aussi celle de l'humidité. Les études faites dans cette voie devraient être développées en recherchant encore de plus près la cause intime des phénomènes observés.

La *conclusion* de cette revue rapide est que la chimie physique a déjà beaucoup fait, mais qu'elle a beaucoup à faire. Son importance vient de ce qu'elle s'occupe surtout des diverses transformations de l'énergie dans leurs relations avec les transformations chimiques. Or, les découvertes de ces dernières années indiquent que l'homme trouvera prochainement des réservoirs d'énergie jusqu'ici insoupçonnés : la dégradation des atomes des corps simples, où l'on voit les atomes eux-mêmes se séparer en sous-atomes, ne se fait qu'avec un colossal dégagement d'énergie qu'on peut espérer arriver à diriger ; d'un autre côté, l'étude des radiations ultraviolettes promet, là aussi, des sources d'énergie parallèles à celles que l'on puise déjà dans les températures extraordinairement élevées produites par l'électricité.

L'avenir de la chimie physique est donc vraiment encourageant pour les hommes qui ont été pour elle parmi les ouvriers de la première heure, et, confiants dans cet avenir, ils peuvent répéter la parole de Bacon : *Multi transibunt et augebitur scientia.*

GEORGES LEMOINE,
Membre de l'Institut.

SITUATION ÉCONOMIQUE DU ROYAUME-UNI

COMPARÉE A CELLE DE L'ALLEMAGNE

La lutte économique entre l'Angleterre et l'Allemagne attire l'attention des économistes depuis plusieurs années déjà, à cause de l'importance capitale qu'aurait la victoire de l'un des deux pays, au point de vue de l'équilibre mondial.

Actuellement la situation de l'Angleterre ressemble beaucoup à celle de l'Espagne sous Philippe II, et celle de l'Allemagne pourrait se comparer à la France, à la même époque.

Comme l'Espagne, l'Angleterre possède un territoire énorme, hors de proportion avec celui de la mère-patrie, disséminé dans les cinq parties du monde, et comprenant les races les plus diverses ; comme l'Espagne, une partie notable des richesses et du commerce de la mère-patrie provient des colonies.

En face de l'Angleterre se dresse l'Allemagne, comme jadis la France en face de l'Espagne : comme la France au XVIe siècle, l'Allemagne n'a que des colonies peu importantes ; comme elle, elle tire ses richesses de son sol et de son travail.

L'Allemagne va-t-elle vaincre l'Angleterre, comme la France a vaincu l'Espagne?

Problème politique, dira-t-on? Oui, mais problème économique également : Si l'Angleterre, comme l'Espagne, n'a qu'une richesse de surface, provenant des gains passagers dus aux colonies ; si, comme l'Espagne,

elle travaille de moins en moins et jouit de plus en plus, elle subira le même sort.

Ce que nous allons donc examiner, avec autant de précision que possible, c'est l'état économique de l'Angleterre, en le comparant à celui de l'Allemagne : nous aurons donc constamment à nous occuper des données absolues — pour comparer — et des données relatives — pour connaître le degré de prospérité des deux pays.

Remarquons tout d'abord que l'Allemagne est beaucoup plus grande que le Royaume-Uni.

Voici le tableau des superficies :

Allemagne	540 000 km²
Royaume-Uni	315 000 km²
Angleterre seule . . .	154 000 km²

C'est là un énorme avantage au point de vue absolu, mais non au point de vue relatif, comme le prouvent les statistiques de la population (1910) :

Allemagne	64 800 000 hab., ou 120 hab. p. km²
Royaume-Uni	45 400 000 hab., ou 145 hab. p. km²

Le Royaume-Uni est donc relativement beaucoup plus peuplé que l'Allemagne, et absolument beaucoup moins.

Ceci a une importance capitale pour l'appréciation de tout ce qui suit : quand nous disons, par exemple : l'Allemagne produit plus de fonte que le Royaume-Uni, il ne faut pas oublier qu'il y a environ 20 000 000 d'Allemands de plus que d'Anglais, et qu'il ne s'ensuit pas que la métallurgie anglaise soit en décadence, mais bien que la métallurgie allemande est plus importante que l'anglaise.

Autre fait capital : la population de l'Allemagne croît

notablement plus vite que celle du Royaume-Uni ; en effet, en 1880 la situation était la suivante :

Allemagne. . .	45 500 000 habitants
Royaume-Uni. .	34 900 000 habitants

Augmentation relative en 1910 :

Allemagne	43 %
Royaume-Uni	29 %

Les causes de l'augmentation plus rapide de l'Allemagne peuvent être ramenées à deux principales :

1° L'émigration anglaise est plus forte que l'émigration allemande.

2° La natalité allemande dépasse celle de l'Angleterre.

Pendant les trente années considérées (1881 à 1910), 7 140 000 sujets britanniques ont émigré.

Nous n'avons pas les données exactes sur les immigrants, mais le calcul suivant nous donnera une indication approximative : de 1894 à 1908, pour un total de 2 258 000 émigrants, il y a eu 1 756 000 immigrants. En admettant la même proportion pour les trente années qui nous occupent, nous arrivons à un total de 1 600 000 émigrants qui ne sont pas revenus.

En Allemagne, au contraire, de 1881 à 1910, il y a eu seulement 2 150 000 émigrants. Les statistiques des immigrants nationaux n'existant pas, nous sommes réduits aux conjectures. Toutefois, il semble logique d'admettre que l'émigration a fait perdre beaucoup plus d'habitants aux Trois Iles qu'à l'Allemagne, en comparant le chiffre de 7 140 000 à 2 150 000.

Faut-il considérer l'émigration comme un signe de prospérité ou de décadence? Cela dépend des cas : quand l'Irlande a perdu en un demi-siècle la moitié de

ses habitants, c'est bien la misère qui les a chassés de leur patrie. Quand l'Angleterre — par opposition à l'Irlande — envoie chaque année de 50 à 70 000 de ses fils dans ses colonies, ce n'est pas un signe de décadence pour l'Angleterre : ce n'est pas la misère qui les pousse, mais l'espoir d'améliorer leur sort. En effet, ce sont des émigrants volontaires, partant munis d'un petit avoir, connaissant un métier, allant fournir la main-d'œuvre indispensable aux entreprises agricoles, minières et industrielles, auxquelles leurs compatriotes plus riches ont fourni les capitaux.

Il semble donc que, d'une part, l'émigration du Royaume Uni comprenant de moins en moins d'Irlandais et de plus en plus d'Anglais et, d'autre part, cette émigration se dirigeant de plus en plus vers les colonies de la Métropole, colonies où les conditions d'admission sont très sévères, il semble donc, disons-nous, que cette émigration soit plutôt un signe et une cause de prospérité.

Pour l'Allemagne, au contraire, le nombre des émigrants va en diminuant : comme ceux-ci appartiennent plutôt à la catégorie des émigrants forcés, leur diminution est également un signe de la prospérité croissante du pays.

Examinons maintenant la question de la natalité.

Les tableaux suivants donnent de précieux renseignements (Statistical Abstract, 1909, p. 362 ; Statistische Jahrbuch, 1909, p. 37).

		Natalité	Mortalité	Mariages	Excédent
Angleterre	1894	29.6	16.6	7.5	13
	1908	26.5	14.7	7.5	11.8
Écosse	—	29.9	17.1	6.7	12.8
	—	27.2	16.1	6.6	11.1
Irlande	—	23	18.2	4.7	4.8
	—	23.4	17.6	5.2	5.8

		Natalité	Mortalité	Mariages	Excédent
Royaume-Uni	1908	28.8	16.8	7.1	12.0
	—	26.4	15.2	7.1	11.2
Allemagne	1871-80	40.7	28.8	8.6	11.9
	1801-90	38.2	26.5	7.8	11.7
	1894	37.1	23.5	7.9	13.6
	1907	33.2	19	8.1	14.2

La colonne des excédents des naissances sur les décès est surtout instructive : on voit que pour les mêmes années (1894-1907-1908), l'excédent est plus considérable en Allemagne que dans le Royaume-Uni.

Cette légère différence s'appliquant à un plus grand nombre d'habitants, s'accroît d'autant plus rapidement, ou en d'autres termes la population de l'Allemagne croît comme une progression géométrique (à peu de chose près) dont le premier terme (la population initiale) et la raison (l'excédent des naissances) sont tous deux plus grands qu'en Angleterre.

Il en résulte donc que la population absolue de l'Allemagne dépasse celle du Royaume-Uni, et que son accroissement est plus rapide (la raison de la progression étant inférieure).

Il ne suffit pas toutefois d'avoir constaté le phénomène de l'excédent plus important de la natalité en Allemagne ; il faut l'analyser.

Tout d'abord il ressort clairement du tableau ci-dessus, que l'on se marie plus en Allemagne que dans les Iles Britanniques : en outre, par mariage, il y a plus d'enfants. Quels sont les motifs de ce phénomène ? L'Allemagne est-elle plus riche et plus morale que sa voisine ? Nous ne le pensons pas : d'autres facteurs, plus puissants, interviennent en l'occurrence et notamment les suivants :

C'est un fait généralement admis, prouvé d'ailleurs par les statistiques, que les populations rurales ont plus

d'enfants que les populations urbaines. L'Allemagne étant plus agricole que le Royaume-Uni, la natalité sera plus élevée ; toutefois, sa natalité ira en baissant à mesure que le pays deviendra plus industriel. C'est bien ce qui arrive : la proportion de la population rurale diminue, celle la population urbaine augmente ; la natalité est actuellement descendue à 30 environ par mille, soit la même que celle de l'Angleterre en 1894 !

La natalité anglaise et écossaise diminue également, pour le même motif.

La seule différence entre l'Angleterre et l'Allemagne, au point de vue de la natalité, est que la première est depuis plus longtemps industrialisée que la seconde et la devance de quelques années dans cette voie.

Ce n'est donc pas un signe de misère que la diminution de la natalité, mais un signe d'industrialisation, du moins pour les deux pays en question.

Il en est tout autrement pour un pays agricole, tel que l'Irlande par exemple. A l'opposé de ce qui se passe en Angleterre et en Écosse, nous voyons la natalité et le nombre des mariages augmenter, parce que la prospérité générale augmente par le développement de l'agriculture et non de l'industrie. Nous voyons également confirmé le fait que les agriculteurs ont plus d'enfants que les ouvriers puisqu'en 1908, par mariage il y a 4,5 naissances, tandis qu'en Angleterre il y en a 3,5 et en Allemagne 4,1.

Ce qui précède n'explique pas encore le nombre de mariages plus grand en Allemagne que dans les Iles Britanniques.

N'est-ce pas là un signe de prospérité plus grande de l'Allemagne ? A première vue, on pourrait le croire : ne voyons-nous pas en effet qu'en Angleterre on se marie plus qu'en Écosse et en Écosse plus qu'en Irlande, et que c'est l'Angleterre également qui est la plus prospère et l'Irlande le moins ?

Mais jetons un coup d'œil sur la colonne de la mortalité : elle nous donne des renseignements autrement précis sur le bien-être des habitants d'un pays que le nombre des mariages : en effet, le mariage dépend en grande partie de la volonté de chacun et des mœurs du pays ; tandis que la volonté n'a aucune prise sur la mort. La mortalité dépend du climat, de l'hygiène, de l'alimentation et de l'habitation.

Il va de soi que le climat et l'hygiène ne peuvent intervenir pour les pays considérés : mais les statistiques prouvent que les Anglais mangent mieux et plus que les Allemands et nous croyons qu'ils sont mieux logés. C'est d'ailleurs la seule explication de l'énorme différence de mortalité dans les deux pays. De plus, en examinant les chiffres relatifs à l'Angleterre, l'Écosse et l'Irlande, nous voyons une fois encore, que plus le pays est riche, moins on y meurt.

Nous concluons donc que les habitants des Iles Britanniques considérés dans leur ensemble jouissent de plus de bien-être que les Allemands et que, si ceux-ci se marient un peu plus que leurs voisins, il n'en faut pas chercher la cause dans la situation économique du pays, mais plutôt dans les mœurs. Le caractère du peuple allemand étant différent de l'anglo-saxon — moins entreprenant, moins voyageur, plus casanier, plus pot-au-feu — suffit, nous semble-t-il, à expliquer cette différence.

Après avoir étudié la question de la population, examinons d'une façon directe les signes du bien-être et de la prospérité des deux pays.

Pour la masse de la population, le bien-être consiste à se nourrir, se vêtir, se loger et se chauffer.

Les bases de l'alimentation sont la viande, le pain, les pommes de terre. L'abondance du pain surtout est regardée comme la pierre de touche du bien-être, et son prix est l'indication de son abondance. Voici en

pence le prix par moyenne décennale de 1800 à 1910, d'un pain de froment de 4 livres à Londres (British Trade Book, p. 59) :

12 pence — 11.9 — 11.8 — 12.5 — 13.2 — 13.4 — 13.1 — 13.0 — 12.9 — 12.8 — 12.4 — 12 — 11.5 — 10.8 — 10.2 — 10.1 — 10.1 — 10.1 — 10 — 9.9 — 9.9 — 10 — 10 — 10.1 — 9.9 — 9.6 — 9.3 — 9.2 — 9 — 9.1 — 9 — 9 — 8.9 — 8.8 — 8.8 — 8.8 — 8.9 — 9.2 — 9 — 8.6 — 8.3 — 8.1 — 7.8 — 7.9 — 8.1 — 8.4 — 8.7 — 8.4 — 8.4 — 8.5 — 8.7 — 8.9 — 9.1 — 9 — 8.6 — 8.3 — 8.1 — 8.2 — 8.4 — 8.4 — 8.4 — 8.4 — 8.5 — 8.5 — 8.6 — 8.5 — 8.3 — 8.1 — 7.9 — 7.9 — 7.8 — 7.6 — 7.3 — 7.2 — 7.2 — 7.1 — 7.0 — 6.8 — 6.6 — 6.5 — 6.4 — 6.3 — 6.2 — 6.1 — 5.9 — 5.8 — 5.7 — 5.7 — 5.7 — 5.6 — 5.6 — 5.4 — 5.4 — 5.3 — 5.3 — 5.4 — 5.4 — 5.4 — 5.4 — 5.5.

On voit donc que la base de la nourriture du peuple est devenue de plus en plus abondante — bon marché étant synonyme d'abondant. De plus, pendant le XIXe siècle, l'argent a énormément perdu de valeur et par suite le prix du pain a diminué bien plus encore que la statistique ci-dessus ne le montre.

Examinons quel est le prix du pain à Berlin :

Nous ne possédons les données que de 1899 à 1908 pour un kilo de farine, en pfennigs :

Prix de 1 kgr. de farine de froment à Berlin en

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908
pfennigs	36	35	35	35	35	35	35	35	36	41

Soit une moyenne de 35,8 pf. ou 43 centimes le kilo de *farine*. Prenant le prix du pain de 4 lbs. à Londres, pendant la même période : il est de 5,4 d. ou 53 centimes; mais 4 lbs. équivalent à 1,81 kg. : donc, pen-

dant les années 1899-1908, un kilo de pain a coûté *à Londres 29 centimes* et un kilo de farine a coûté *à Berlin 43 centimes*. Ajoutons à ces données celles de la consommation de froment par habitant. Dans le Royaume-Uni, pour la période de 1880-1910, elle atteint une moyenne de 162 kg. par habitant et par an, tandis qu'en Allemagne on ne consomme que 91 kg. de froment.

Les Allemands ne mangent-ils donc pas? Ah que si! Ils se rattrapent sur le seigle dont ils consomment 148 kg. par tête et par an. Mais remarquons aussitôt que ce chiffre ne nous apprend rien, car il est obtenu en divisant la production en seigle du pays — déduction faite des exportations—par le nombre d'habitants. Or, il n'y a pas que les hommes qui mangent du pain bis : celui-ci entre pour une large part dans l'alimentation du bétail et des porcs surtout — et il y a beaucoup de porcs en Allemagne.

D'ailleurs, le seul fait que les Allemands sont forcés de manger du pain bis, tandis que les Anglais mangent du pain blanc, est un signe du bien-être plus grand de ces derniers.

Nous devons examiner ensuite la consommation et le prix de la *viande :* pour le prix, nous ne possédons pas de données suffisantes, et quant à la consommation, nous voyons que, en 1907, pour 100 habitants en Allemagne, il y a :

33 bêtes à cornes, 36 porcs et 12 moutons;

tandis qu'en Angleterre il y a :

27 bêtes à cornes, 9 porcs et 70 moutons.

Si nous comptons, au point de vue de la viande de boucherie, que 4 moutons valent 2 porcs ou un bœuf.

la puissance nutritive de l'Allemagne serait représentée par 216 et celle de l'Angleterre par 196. Toutefois, comme tout le cheptel n'est pas renouvelé complètement chaque année, il faut se rappeler qu'une partie seulement est annuellement consommée.

Quel est le pourcentage des animaux tués ? Nous l'ignorons. Nous savons seulement qu'il doit être légèrement plus élevé en Angleterre qu'en Allemagne, pour le bétail, parce que dans ce dernier pays la proportion des vaches laitières est plus élevée que dans le premier. Or, les vaches laitières sont utilisées comme telles, aussi longtemps qu'elles fournissent suffisamment de lait, tandis que le bétail destiné à la boucherie est abattu, aussitôt qu'il a atteint son rendement maximum, c'est-à-dire, quand sa plus-value journalière est inférieure au coût de sa nourriture.

Nous pouvons donc considérer que la puissance nutritive — au point de vue de la viande de boucherie bien entendu et par habitant — est la même dans les deux pays, à peu de chose près.

Reste à examiner les importations : depuis 1900, les Iles Britanniques importent pour environ 2 500 000 000 francs de viande par an, soit environ 60 fr. par tête, ce qui représente de 50 à 60 kg. de viande, d'après la valeur à l'entrée. L'Allemagne n'importe pas le dixième de l'Angleterre : ses statistiques sont d'ailleurs très mal faites, pour ce qui concerne le classement des importations par espèces de marchandises ; le total des importations de viande ne dépasse pas 150 000 000 frs. Ce qui donne la somme insignifiante de 3 fr. par tête. Il en résulte donc que le pays fournissant à peu près la même quantité de viande dans le Royaume-Uni qu'en Allemagne, mais la dernière n'important presque rien, tandis que le premier importe énormément de viande, les Anglais consomment beaucoup plus de viande que les Allemands.

Nous devrions encore examiner la consommation de pommes de terre : mais là, nous rencontrons la même difficulté que pour le seigle ; en effet, en Allemagne, où la production de pommes de terre est de beaucoup supérieure à celle de l'Angleterre, une partie considérable de la récolte est consommée par le bétail, qui a moins de pâturages à sa disposition que dans les Iles Britanniques. Voyons si nous pourrons mieux comparer la consommation du lait :

En 1908, il y a dans les Iles Britanniques 4 350 000 vaches, soit environ 10 vaches pour 100 habitants. En Allemagne par contre nous trouvons 10 966 000 vaches, ce qui fait plus de 17 vaches pour 100 habitants : il y a là donc un avantage marqué pour l'Allemagne. Voyons si les importations ne rétablissent pas l'équilibre : le Royaume-Uni importe en moyenne, depuis 1900, environ 40 000 000 litres de lait par an, valant 38 000 000 fr., tandis qu'en Allemagne on en importe pour 18 000 000 frs : cela fait pour 20 000 000 fr. de lait de plus, importé dans le Royaume-Uni, ou moins de cinquante centimes par tête et par an, ce qui ne représente que quelques litres de lait. Ce n'est donc pas l'importation qui fournira les Anglais de lait : comment admettre alors qu'un peuple qui se nourrit abondamment de viande et de pain blanc, n'a pas de quoi se payer autant de lait que ses voisins, qui sont à la ration pour la viande et forcés de manger du pain noir ? Une simple remarque éclaircira le mystère : une partie notable du lait sert à faire du beurre et du fromage ; or, tandis que le Royaume-Uni importe pour 850 000 000 fr. de beurre et de fromage ; en 1907, l'Allemagne n'en importe que pour 100 000 000 fr. Cela veut dire que les Allemands emploient beaucoup de lait à fabriquer du beurre et du fromage et boivent le reste, tandis que les Anglais boivent à peu près tout le lait

du pays et achètent le beurre et le fromage principalement à l'étranger.

Nous ne poursuivrons pas plus loin l'étude de la consommation des autres denrées, telles que œufs, beurre, légumes, fruits, etc., etc., parce que nous nous heurtons aux mêmes difficultés, ou à de plus grandes encore, provenant du manque de renseignements.

Ajoutons seulement que pour ce qui regarde les boissons, les Anglais boivent un peu plus de bière que les Allemands, beaucoup plus de thé (250 000 000 fr. contre 7 000 000), moins de café (55 000 000 fr. contre 200 000 000), un peu plus de cacao (75 000 000 fr. contre 55 000 000) et beaucoup moins de vin (530 000 hl. contre 4 000 000 hl.).

Ajoutons encore, pour être complet, que les Anglais consomment quatre ou cinq fois autant de poisson que les Allemands.

Si nous voulons résumer ce qui précède (n'oublions pas qu'un résumé est forcément inexact), nous dirons donc que les Anglais mangent mieux — pas plus — et à meilleur marché que les Allemands, mais qu'ils ne boivent pas plus ni mieux.

Abordons la question du logement. Les statistiques de l'Income Tax nous donnent de précieux renseignements à cet égard (Statistical Abstract for The United Kingdom from 1894-1908, p. 46).

En 1893, il y avait en Angleterre et en Écosse 946 000 habitations payant un impôt d'une valeur locative de 47 millions de £, et 5 066 000 habitations ne payant pas un impôt d'une valeur locative de 44 millions de £.

En 1907, il y avait 1 333 000 habitations de la première catégorie et 6 177 000 de la seconde, la valeur locative des premières étant 66 000 000 £, et celle de la seconde 60 000 000 £.

La valeur locative moyenne des maisons payant impôt est restée de 50 £ (2500 fr.) : il n'y a donc pas eu renchérissement de loyer.

Celle des maisons non imposées a passé de 8,77 à 10 £ ou de 220 fr. à 250 fr. : pour la masse de la population il y a donc eu renchérissement des loyers. Mais, chose remarquable, le nombre d'habitants par maison a diminué : c'est là un signe manifeste de prospérité. Car si les loyers augmentent, sans que les ressources de la classe populaire augmentent également, il s'ensuivra nécessairement qu'un plus grand nombre de personnes habiteront la même maison. Et si les loyers restent fixes et que le nombre d'habitants par maison diminue, c'est aussi un signe de prospérité. A fortiori donc, si, les loyers augmentant, le nombre d'habitants par maison diminue, peut-on conclure doublement à une augmentation d'aisance.

En 1893, la Grande-Bretagne avait 34 000 000 d'habitants logés dans 6 000 000 de maisons, soit 5,7 têtes par maison. En 1907, la population était montée à 39 700 000 habitants, le nombre des maisons à 7,5 millions, soit 5,3 têtes par maison.

Pour que le lecteur ne doute pas qu'il s'agit bien ici des habitations, nous donnons ci-dessous les chiffres relatifs à tous les bâtiments (all premises), habitations comprises.

Espèce	Années	Nombre	Valeur locative totale	Valeur locative par bâtiment
Payant impôt . . .	1893	1 342 000	69 000 000 £	51 £
»	1907	1 900 000	92 000 000 »	48 »
Ne payant pas impôt .	1893	5 551 000	78 000 000 »	14 »
»	1907	6 875 000	114 000 000 »	16,5 »

Ce qui précède prouve clairement que les Anglais sont bien logés, et de mieux en mieux. Il nous manque

malheureusement les données correspondantes pour l'Allemagne.

Ceci n'est d'ailleurs pas indispensable au but de ce travail, puisque nous examinons la situation de l'Angleterre et que nous ne la comparons à celle de l'Allemagne que lorsque l'occasion s'en présente.

Dans le cas actuel, il est certain que le chiffre de 5,3 habitants par maison est en lui-même suffisant pour apprécier, sans comparaison avec une autre contrée, l'état prospère du pays.

Reste à examiner la question de l'habillement : nous croyons inutile d'y insister beaucoup. Rappelons seulement au lecteur que la laine et le coton sont la base du vêtement et que l'industrie cotonnière et l'industrie lainière d'Angleterre sont les premières du monde, et comme production et comme valeur (nous n'envisageons pas pour le moment l'industrie de la soie, qui est une industrie de luxe).

Au surplus, il n'est pas bien intéressant de connaître le nombre d'aunes de cotonnades et de draps consommés annuellement par chaque habitant des Iles Britanniques, non plus que de connaître combien de paires de souliers et combien de casquettes ils usent chaque année. Tout le monde sait, en effet, que le bien-être, au point de vue du vêtement, est tellement répandu, qu'il y a fort peu de gens qui ne soient pas assez vêtus, tandis qu'il y en a énormément qui sont mal nourris et plus encore qui ne sont pas convenablement logés.

La quatrième nécessité de la vie est le chauffage.

Or, par rapport à sa population et son étendue, le Royaume-Uni est le pays qui consomme le plus de charbon. Évidemment une infime partie seulement de ce charbon sert au chauffage domestique : mais cela n'empêche que, sauf en certains endroits de l'Amé-

rique, nulle part le charbon n'est aussi bon marché qu'en Angleterre. Cela s'explique non seulement par son abondance, mais encore par la dissémination des régions houillères et le bas prix du transport.

Voici les chiffres de la consommation par an et par tête (nous rappelons qu'il ne s'agit pas du charbon de chauffage seul, et que c'est à titre d'indication seulement que nous les donnons) :

	1895	1907
Allemagne	1502 kg.	2200 kg.
Angleterre	4000 kg.	4700 kg.

Il ressort de là que, même si l'industrie anglaise consomme beaucoup plus de charbon que sa concurrente, il restera toujours plus de charbon aux Anglais pour se chauffer qu'aux Allemands.

Nous voyons donc que la nation anglaise, considérée dans son ensemble, est bien nourrie, logée, vêtue et chauffée, qu'elle fait encore des progrès dans cette voie, qu'elle est mieux nourrie et mieux chauffée que la nation allemande, et qu'elle est probablement mieux logée et vêtue également bien.

Mais nous pouvons pousser notre étude plus loin et examiner l'épargne anglaise et allemande.

Banques d'Épargne (Stat. Abstr. p. 327).

Pays	Années	Nombre de dépôts	% de la population	Dépôt total	Dépôt par tête
Royaume-Uni	1894	7 578 000	20 %	3,3 milliards	435 fr.
»	1900	10 064 000	24 %	4,7 »	470 »
»	1906	12 092 000	28 %	5,3 »	440 »
Allemagne	1900	14 863 000	27,5 %	10,6 »	700 »
»	1906	18 658 000	30 %	16 »	850 »

Il résulte de ce tableau que les Allemands sont plus

économes que les Anglais ; il y en a un plus grand nombre qui épargnent, et ils épargnent davantage.

Mais n'est-ce pas là un signe d'une plus grande richesse de l'Allemagne ? Nous ne le croyons pas, et voici pourquoi.

Il y a évidemment d'autres moyens d'employer ou d'épargner son argent que de le mettre à la Banque d'Épargne. Si on constate, par exemple, qu'en Angleterre, telle classe sociale, qui en Allemagne met ses économies à la Banque d'Épargne, l'utilise autrement, on ne pourra pas conclure du fait qu'il y a plus d'argent dans les Banques d'Épargne allemandes que dans les banques anglaises, que le premier pays est plus riche que l'autre. Et c'est bien le cas pour la classe ouvrière anglaise. En 1907, il y avait en Allemagne 2 446 000 ouvriers syndiqués et en Angleterre 2 406 000 ; les recettes des 95 % des syndiqués allemands s'élevaient à 57 000 000 marks et celles de 60 % des syndiqués anglais à 50 000 000 marks. En supposant la même proportion existant pour le total des syndiqués, leurs recettes en Allemagne s'élèveraient à 60 000 000 m. et à 83 000 000 marks dans le Royaume-Uni.

On peut conclure de ces chiffres que les ouvriers anglais sont, soit mieux payés, soit plus syndicalisés que les allemands, ou bien les deux choses à la fois, et c'est bien là le cas, pensons-nous.

Un autre exemple : les ouvriers anglais mettent leurs économies dans leurs coopératives. En 1893, il y avait dans les trois royaumes 1 265 000 membres de coopératives ; celles-ci avaient un capital de 350 000 000 frs (soit 278 frs par associé) et vendirent pour un milliard 250 000 000 frs de marchandises. En 1908 le nombre des membres s'élève à 2 461 000, le capital à 800 millions de francs et les ventes à 2 730 000 000 frs.

Ces deux exemples prouvent suffisamment que ce

n'est pas faute de ressources que les Anglais n'ont pas plus d'argent à la Caisse d'Épargne, mais parce qu'ils l'emploient ailleurs.

La vraie cause de la différence des dépôts dans la Banque d'Épargne en Allemagne et en Angleterre, est bien que d'une part l'Anglais est moins économe que l'Allemand — tous ceux qui ont habité les deux pays sont unanimes à cet égard — et d'autre part parce que l'Anglais fait un autre genre de placement d'argent.

Le tableau des dépôts des Caisses d'Épargne nous prouve donc une chose : c'est que dans les deux pays, le bien-être croît, ainsi que l'esprit d'épargne.

Examinons un autre signe de prospérité : *les industries du confort ont pris plus d'extension que les autres* aussi bien en Allemagne que dans le Royaume-Uni.

Tableau des personnes occupées à 15 industries principales par 10 000 habitants en Angleterre (British Trade Book, p. 14).

Industrie	1851	1861	1871	1881	1891	1901	Résultat
Coton	232	245	224	213	209	179	Diminution relat.
Laine	143	115	109	92	89	73	» absol.
Cordonnerie	136	127	99	86	86	77	» relat.
Soie	73	58	36	25	18	12	» absol.
Fer et acier	53	65	84	78	70	66	Augmentation
Machines, navires	45	61	76	83	101	121	»
Dentelle	34	27	22	17	12	11	Diminution absol.
Ameublement	27	32	33	32	35	37	Augmentation
Céramique, verrerie	26	27	29	26	28	29	»
Lin	15	11	8	5	3	2	Diminution absol.
Agriculture	1062	899	627	462	379	304	» »
Bâtiment	222	235	257	264	242	291	Augmentation
Mines de charbon	108	135	139	148	179	199	»
Vêtement	78	81	66	62	72	80	»
Livre	18	23	28	34	42	46	»
Total	2272	2141	1837	1627	1565	1527	

Allemagne (Evolution of Modern Germany, p. 44).

Industrie	1875	1882	1895	Résultat
Bâtiment	—	207	260	Augmentation
Coton	45	46	49	Diminution absolue
Laine	45	43	50	Augmentation
Lin	47	30	20	Diminution absolue
Soie	18	20	13	» »
Mines	66	70	82	Augmentation
Fer et acier	172	177	214	»
Cuir	115	114	106	Diminution relative
Papier	11	13	16	Augmentation
Verre	8	9	11	»
Céramique, briques	34	50	59	»
Chimie	10	12	19	»
		791	899	

Analysons d'abord le tableau anglais. Nous voyons que pour cinq industries (la laine, la dentelle, la soie, le lin et l'agriculture) le nombre des ouvriers diminue absolument. (La diminution absolue ne peut se déduire des chiffres donnés plus haut, mais uniquement du nombre total d'ouvriers employés.)

La diminution pour la laine et la dentelle doit être attribuée uniquement au machinisme, comme le prouvera plus loin l'augmentation de production de ces deux articles. Pour le lin, c'est différent : c'est un phénomène général que l'essor prodigieux de l'industrie cotonnière a produit le déclin universel de l'industrie linière. Quant à l'industrie agricole, c'est l'industrie manufacturière qui la fait reculer, ainsi que le machinisme ; le même fait se reproduit avec plus ou moins d'acuité dans tous les pays industriels, mais nulle part plus qu'en Angleterre. Cette diminution du nombre d'agriculteurs n'est donc ni un signe de prospérité, ni de misère, mais d'une évolution économique, notamment l'industrialisation. Quant à l'industrie de la soie,

elle est franchement en déclin en Angleterre, et si elle n'était seule de son genre, elle infirmerait notre thèse.

Il y a ensuite deux industries, celle du coton et celle du cuir, dont le nombre d'ouvriers s'est accru, mais moins rapidement que la population ; la cause unique est le machinisme, comme le prouverait abondamment l'histoire technique de ces industries.

Nous voyons ensuite que pour toutes les autres industries il y a augmentation de personnel : pour les unes (fer et acier, machines, mines) cette augmentation indique un grand essor industriel, et pour les autres (ameublement, céramique et verrerie, bâtiment, vêtement, livre) un développement du bien-être, donc un signe de prospérité.

En Allemagne nous voyons le même phénomène : le lin, la soie et le coton diminuent absolument, le lin pour le même motif qu'en Angleterre, le coton et la soie à cause du machinisme.

On pourrait se demander pourquoi, tandis qu'en Angleterre c'est la laine qui emploie moins de bras, c'est le coton en Allemagne ? Pour comprendre ce fait, il ne faut pas perdre de vue que la diminution de bras pour la laine en Angleterre et pour le coton en Allemagne est très faible, et que, dans les deux pays, ces deux industries ont fait en réalité des progrès énormes, mais légèrement différents, et cela sans grande variation dans le personnel employé à cause du perfectionnement inouï de l'outillage textile.

L'industrie du cuir a diminué relativement en Allemagne comme en Angleterre, quant à l'importance des bras occupés, à cause du machinisme également.

Enfin, les mines, l'industrie métallurgique et chimique, la laine ont augmenté — preuve d'essor industriel — ainsi que les industries du confort (bâtiment, papier, verre, céramique), preuve d'un développement du bien-être.

Nous pourrions également déduire des tableaux de l'emploi des bras, que les industries en général se sont développées, et que c'est là également un signe de prospérité, ce qui est exact ; mais comme nous examinerons ces industries plus spécialement, nous attirons particulièrement l'attention sur le développement des industries du bâtiment, du livre, du vêtement, de la céramique, parce que leur développement est en raison directe du bien-être de l'ensemble des habitants : il va de soi que, dans un pays peu prospère, ces industries ne peuvent se développer, elles ne peuvent que vivre.

Remarquons aussi au sujet des tableaux en question qu'ils ne comprennent qu'un certain nombre d'industries et qu'il ne faudrait pas déduire du nombre décroissant de bras employés par celles-ci en Angleterre, que le nombre des sans-travail augmente de plus en plus. Il n'en est rien, car il se crée toujours des industries nouvelles, et d'autres industries non considérées, celle du transport, par exemple, et le commerce occupent de plus en plus de bras.

D'ailleurs examinons la question des sans-travail et du paupérisme en Angleterre, car il faut voir si l'ensemble du pays ne s'enrichit pas, tandis que la minorité des pauvres et des déshérités du sort augmente en importance.

Depuis 1880 à 1910, la moyenne décennale des pauvres a passé, en Angleterre, de 788 000 à 864 000, soit une augmentation de 10 °/₀, tandis que la population a crû de 27 °/₀.

Quant aux sans-travail, les statistiques n'existent que pour les *Trade Unions :* la moyenne décennale de 1880 à 1910 a passé de 52 000 à 53 000 sans-travail passant par un maximum de 58 000 (moyenne de 1885-1895) et un minimum de 38 000 (moyenne de 1894-1904). Pendant cette même période, le nombre des membres des *Trade Unions* a plus que doublé.

Un autre signe que la prospérité croissante du pays n'a pas pour rançon la misère des pauvres, c'est que de 1894 à 1908, le pourcentage des petites et des grandes propriétés soumises au droit de succession n'a pas varié.

Jusqu'ici nous n'avons examiné que les signes de prospérité de la masse de la nation, et plus particulièrement de la classe ouvrière. Les données de l'Income Tax vont nous donner des indications précieuses sur la richesse croissante de la classe aisée.

On sait que, dans le Royaume-Uni, tout revenu dépassant 160 £ ou 4000 fr. l'an est imposé : il va de soi que l'administration des finances possède les documents les plus précis sur les revenus imposables. Voici ce que ces documents nous apprennent : de 1894 à 1907, le revenu imposable a passé de 673 millions de £ (environ 17 milliards de francs) à 946 millions de £ (soit près de 24 milliards de francs), soit une augmentation de 40 %, tandis que la population n'augmentait que de 7,5 %. Nous ignorons malheureusement le nombre de personnes soumises à l'Income Tax, et s'il y a augmentation ou diminution.

Les revenus sont classés en cinq catégories ou cédules : la plus importante est la cédule D : revenus d'affaires, professions, emplois, entreprises ; elle passe de 356 millions de £ à 518 millions de £ de revenu, soit un accroissement de 45 %. Vient ensuite la cédule A (propriétés de terres et de maisons) passant de 206 à 264 000 000 £, soit 28 % d'augmentation. Puis, il y a la cédule E (revenus de fonctionnaires de l'État ou municipaux), s'élevant de 52 à 97 000 000 £, soit l'énorme accroissement de 86 %, et la cédule C (fonds d'État), passant de 39 à 48 000 000 £ (accroissement 27 %). Enfin, pour terminer arrive la cédule B (occupation de terres), qui tombe de 19 à 17 000 000 £, soit une diminution de 10 %.

Le tableau ci-dessous résume ce qui précède :

	1894		1907		Accroissem.
Cédule A	206 000 000	£	264 000 000	£	28 %
Cédule B	19 000 000	»	17 000 000	»	— 10 %
Cédule C	39 000 000	»	48 000 000	»	+ 27 %
Cédule D	356 000 000	»	518 000 000	»	45 %
Cédule E	52 000 000	»	97 000 000	»	86 %

Ces chiffres se passent de commentaires : ils démontrent d'une façon frappante l'augmentation de richesse de la classe aisée (ils sont tirés du STATIST. ABSTR., 1894-1907, p. 38 et suivantes).

Les DIPLOMATIC AND CONSULAR REPORTS, TRADE OF GERMANY FOR THE YEAR 1906, fournit des éléments de comparaison, mais pour la Prusse seulement, les autres pays allemands ayant d'autres bases d'impôt sur le revenu.

Remarquons d'abord que l'impôt sur le revenu commence à partir de 45 £, ce qui rendrait les données non comparables ; heureusement qu'on partage les revenus en ceux inférieurs à 150 £ et ceux supérieurs à ce chiffre.

Prenons ces derniers, ce qui donnera un léger avantage à la Prusse, puisque dans le Royaume-Uni, le revenu n'est imposable qu'à partir de 160 £ ; nous négligerons cet écart.

En 1892, en Prusse, il y avait 318 000 personnes ayant un revenu supérieur à 150 £, d'une valeur totale de 152 000 000 £.

En 1906 le nombre des imposés s'élève à 526 000 et le revenu à 254 000 000 £, soit 68 % d'augmentation. Comparons ces chiffres à ceux du Royaume-Uni : ils s'étendent sur une période de treize ans, à une année de différence. L'accroissement des revenus est de 40 % dans les Iles Britanniques, de 68 % en

Prusse. La cause en est que les revenus des Prussiens étant beaucoup moindres, une plus faible augmentation absolue produit une plus grande augmentation relative. Ainsi, les revenus imposés s'élèvent en 1893 dans le Royaume-Uni à 673 000 000 £, et en Prusse (en 1892) à 152 000 000 £ (soit 22.5 °/₀ des revenus anglais) ; en treize ans, les revenus anglais augmentent de 273 000 000 et les revenus prussiens de 102 000 000 £, soit 37 °/₀ de l'augmentation anglaise, et néanmoins les Prussiens s'enrichissent relativement plus que les Anglais, mais absolument beaucoup moins, et c'est bien là ce qui importe. Cet exemple prouve ce que nous avancions. Il prouve de plus qu'il faut manier avec une extrême prudence les augmentations relatives, et nous aurons l'occasion de le rappeler lors de la comparaison des marines marchandes anglaise et allemande.

Il y a lieu d'apporter une légère correction aux données précédentes, parce que, si la Prusse a la même superficie que le Royaume-Uni, sa population est moindre. En 1905, la différence était de 14 °/₀, on pourrait donc diminuer les chiffres anglais de 14 °/₀.

Cela ne modifierait d'ailleurs pas la seule conclusion importante, qui est celle-ci : que les classes aisées sont beaucoup plus riches dans le Royaume-Uni qu'en Allemagne.

Nous disons en Allemagne, et non en Prusse, parce que la Prusse représente très bien l'ensemble de l'Allemagne, car si elle comprend les parties les plus pauvres de l'empire, elle renferme aussi les plus riches — province Rhénane, Westphalie et Silésie.

A côté des revenus soumis à l'Income Tax, on peut étudier le rendement même des impôts, pour examiner la situation économique d'un pays. Malheureusement, en Angleterre, de si nombreux changements ont été apportés à l'assiette de plusieurs impôts, que nous sommes obligés de négliger le produit des accises, du

timbre, du Land et Income Tax et des douanes, et de nous contenter de l'impôt sur les successions.

Cet impôt existe pour toute succession supérieure à 100 £. Il a produit en 1894, 10 892 000 £ (270 000 000 francs), et en 1908, 18 370 000 £ (460 000 000 fr.), soit une augmentation de 70 °/₀. Il est à remarquer que cet impôt a été réduit entre 1894 et 1908 dans une mesure assez importante, évaluée à 800 000 £ par an ; d'autre part, la population a augmenté, ce qui permet d'accepter le taux d'accroissement de 70 °/₀ comme sensiblement exact.

L'impôt sur les successions corrobore ce que l'Income Tax nous a appris ; il est même plus instructif, car il s'applique à un beaucoup plus grand nombre de personnes. En effet, l'Income Tax suppose 160 £ de *revenu*, tandis que l'impôt sur les successions suppose seulement une *fortune* de 100 £.

Nous voyons donc clairement que toutes les classes sociales aisées jouissent d'un bien-être croissant.

Bien entendu, le prolétariat anglais prospère également — nous l'avons prouvé précédemment — mais l'impôt sur les successions ne nous apprend rien à ce sujet.

Cette richesse du Royaume-Uni n'a d'ailleurs rien d'extraordinaire, lorsqu'on examine l'activité des affaires.

Cette activité se manifeste de diverses manières, par exemple, par la création de sociétés anonymes.

Ainsi, en 1894, le capital versé des sociétés anonymes anglaises (chemins de fer exclus), c'est-à-dire constituées en Angleterre, s'élevait à 26 milliards de francs ; en 1908, il était monté à 53 milliards, donc plus que doublé en moins de 15 ans.

Par contre, en Allemagne, ce capital ne s'élevait en 1908 qu'à 18 milliards. Ceci nous fait comprendre

pourquoi il y a moins d'argent dans les Banques d'Épargne anglaises que dans les banques allemandes. Prospérité des affaires également, l'accroissement du mouvement du Clearing House de Londres passant de 147 milliards en 1886 à 318 milliards de francs en 1906.

Jusqu'à un certain point aussi, le nombre de lettres et de cartes postales, ainsi que celui des télégrammes, est un indice de l'activité des affaires. En effet, la grande majorité des lettres et télégrammes se rapporte aux affaires. Quant aux cartes postales, nous croyons que les cartes postales illustrées entrent pour une large part dans leur accroissement. Malheureusement, les statistiques allemandes ne distinguent pas les lettres des cartes postales.

Les recettes des postes et télégraphes ont passé de 1894 à 1907 dans le Royaume-Uni, de 13 340 000 £ à 22 300 000 £, soit une augmentation de 67 °/₀.

Le nombre de lettres a passé de 54 par tête et par an à 65, et celui des cartes postales de 54 à 87.

Le nombre de télégrammes a passé de 73 000 000 à 90 000 000 et la longueur des fils de 340 000 km. à 1 510 000 km.

Par contre, en Allemagne, en 1907, l'on a envoyé 45 000 000 (50 °/₀ du chiffre anglais) de télégrammes, le réseau avait une longueur de 598 000 km. (40 °/₀ du chiffre anglais) et le nombre de lettres et de cartes postales reçues par habitant s'élevait à 86 (57 °/₀ du chiffre anglais).

Nous n'accumulerons pas davantage les exemples et les preuves de prospérité.

Nous croyons avoir démontré suffisamment :

1° Que la nation anglaise dans son ensemble est prospère.

2° Que cette prospérité s'accroît.

3° Que la prospérité de la classe ouvrière s'accroît aussi bien que celle de la classe aisée.

4° Que l'Allemagne dans son ensemble est prospère.

5° Que sa prospérité s'accroît dans toutes les classes.

6° Que la nation anglaise est plus prospère que la nation allemande ; qu'elle prospère, absolument parlant, plus rapidement et, relativement parlant, moins rapidement, et que par conséquent, la différence de prospérité des deux nations va en augmentant (Income Tax).

Nous allons examiner maintenant les divers éléments qui contribuent à cette prospérité.

Agriculture. — L'agriculture est la mère nourricière des peuples, l'industrie primordiale. Même dans les pays les plus industrialisés, elle dépasse de loin toute autre industrie. Nous devons donc l'examiner tout spécialement.

Remarquons tout d'abord que, puisque le Royaume-Uni n'atteint que les 3/5 de la superficie de l'Allemagne, son agriculture comme production sera forcément inférieure. De plus, la densité de la population étant plus grande qu'en Allemagne, il est probable que sa production agricole sera non seulement absolument mais aussi relativement inférieure à celle de l'Allemagne.

Voici ce que les statistiques nous apprennent à cet égard : en 1907 (Stat. Abstr., p. 295, Stat. Jahrbuch, 1907, p. 55), 318 540 km² étaient cultivés en Allemagne, soit 59 % du pays, et dans le Royaume-Uni 190 000 km² ou 60 % du pays.

Toutefois, si l'on ajoute de part et d'autre les forêts exploitées, on arrive en Allemagne à 73 % de terres exploitées par l'agriculture, tandis qu'en Angleterre le pourcentage ne s'élève qu'à 64 %. C'est dire qu'il y a beaucoup plus de forêts dans le premier pays que dans le second. Un point important est la répartition des terres cultivées en champs proprement dits et en prairies.

En Allemagne les champs occupent 45 % du pays ;

dans le Royaume-Uni 25 °/₀ seulement, tandis que le pourcentage des prairies et pâturages s'élève à 14 °/₀ dans le premier pays et à 35 °/₀ dans le second.

Il est intéressant de savoir si la surface cultivée augmente ou diminue. Contrairement à l'opinion générale, elle diminue plus en Allemagne que dans les Iles Britanniques, où en 12 ans (1895-1907) les terres cultivées ont diminué de 1,85 °/₀, tandis que dans le premier pays la diminution s'est élevée pendant les mêmes années à 2,40 °/₀.

Cette diminution est d'ailleurs si faible, qu'il ne faut pas en chercher d'autre explication que l'empiètement des habitations et de l'industrie due à l'accroissement de la population. On constate également une diminution de la population rurale, surtout une diminution proportionnelle. Le tableau suivant renseigne la proportion de la population urbaine, aux divers recensements, ce qui permet de connaître par simple soustraction la population rurale.

Pourcentage de la population urbaine

Années	Royaume-Uni	Allemagne
1871	54,5 p. c.	36,1 p. c.
1875		39 »
1880		41,4 »
1881	60,7 »	
1885		43,7 »
1890		57 »
1891	65,6 »	
1895		50,2 »
1900		54,3 »
1901	71,3 »	
1905		57,4 »

Population rurale (absolue)

Années	Royaume-Uni	Allemagne
1871	14 300 000	26 200 000
1875		26 000 000
1880		26 400 000
1881	13 600 000	
1885		26 200 000
1890		26 000 000
1891	12 900 000	
1895		25 900 000
1900		25 600 000
1901	11 900 000	
1905		25 600 000

On voit donc que la population rurale a diminué de 2 400 000 personnes en 30 ans, dans le Royaume-Uni, malgré l'accroissement de la population.

En Allemagne, la diminution n'est que de 600 000 personnes.

Il ne faut pas confondre la population rurale et la population agricole, qui n'est qu'une partie de la précédente, car tous les villageois ne sont pas cultivateurs. Mais les données statistiques allemandes et anglaises ne renseignant pas de la même manière la population agricole proprement dite, nous devons nous contenter des chiffres de la population rurale. Celle-ci reflète d'ailleurs avec suffisamment de précision celle-là, pour ce qui nous occupe.

Il y a donc un phénomène bien caractérisé dans les Iles Britanniques : la diminution non seulement relative, mais absolue de la population rurale. Cette diminution est bien plus rapide que celle de la surface des terres cultivées (1,8 °/₀ en 12 ans) tandis que pour une période

correspondante de 10 années la population rurale a diminué de 8 %.

Ainsi que nous le verrons plus loin, la production n'ayant pas ou guère varié, un plus petit nombre d'hommes a produit plus de richesse. C'est d'ailleurs la conclusion à laquelle nous amènera cette étude : si dans les deux pays considérés, l'importance relative de l'agriculture diminue, et si absolument parlant elle diminue dans le Royaume-Uni et augmente faiblement en Allemagne, il ne s'ensuit pas qu'elle soit dans le marasme.

Par marasme, nous entendons une situation telle que les agriculteurs vivent péniblement et ne font guère de bénéfices. Car enfin, tout est là : on ne cultive pas la terre pour l'amour de l'art, mais bien pour vivre. Il faut donc bien distinguer l'importance de l'agriculture et sa vitalité.

Ce phénomène d'une industrie décroissante quoique prospère, s'explique par le fait qu'on peut gagner davantage dans le commerce ou l'industrie manufacturière proprement dite, puis encore par la diminution inévitable du terrain cultivable par suite de l'accroissement de la population et de l'industrie.

Maintenant que nous connaissons l'étendue de la surface cultivée et l'importance de la population agricole, voyons ce que ces deux éléments combinés produisent.

Production des céréales en 1907

			Par km² du pays		Par habitant		Par cheval	
	Allemagne	Royaume-Uni	All.	Ang.	All.	Ang.	All.	Ang.
Froment	3 479 000 t.	1 600 000 t.	6,5 t.	5 t.	56 k.	36 k.		
Seigle	9 757 000 t.	—	18 t.	—	157 k.			
Orge	3 497 000 t.	1 640 000 t.	6,5 t.	5 t.	56 k.	37 k.		
Avoine	9 149 000 t.	3 400 000 t.	17 t.	11 t.			210 k.	163 k.
Pommes de terre	45 538 000 t.	5 223 000 t.	85 t.	17 t.				
Navets	—	26 000 000 t.	—	83 t.				
Foin	24 000 000 t.	15 000 000 t.	44 t.	47 t.				

Ce tableau montre un avantage marquant pour l'Allemagne, qui devra importer moins de céréales pour se nourrir que le Royaume-Uni. Nous disons avantage marquant en considérant uniquement la situation de l'agriculture dans les deux pays ; mais il n'est pas du tout évident que pour la prospérité générale *du pays*, il n'y ait au contraire avantage pour les Anglais à ne pas s'obstiner à faire concurrence, dans des conditions défavorables, aux agriculteurs américains pour la production des céréales, et qu'ils aient raison de s'adonner à des industries pour lesquelles ils ont des avantages naturels. C'est une remarque qu'il ne faut pas perdre de vue dans la suite.

Cet avantage de l'Allemagne, nous en connaissons la cause : elle réside dans la forte proportion de champs de ce pays, et la faible proportion de prairies.

Quelle sera la conséquence de la faible production de céréales dans les Iles Britanniques, sachant que les Anglais mangent néanmoins beaucoup plus de pain blanc que les Allemands ? C'est nécessairement une énorme importation.

Voici d'après le British Trade Book (p. 51-52) la moyenne décennale des importations et de la production du blé dans le Royaume-Uni de 1890 à 1910.

Années	Importation en millions de cwts	Production en millions de cwts	Total	Proportion de la production sur le total
1890-1900	95,4	31,6	126,8	25 p. c.
1891-1901	96,6	30,2	126,8	24 »
1892-1902	97,9	30	127,9	23,5 »
1893-1903	100,3	29,8	130,1	23 »
1894-1904	102,4	28,6	131,0	22 »
1895-1905	103,2	29,6	132,8	22 »
1896-1906	104,5	29,6	134,1	22 »
1897-1907	107,2	29,5	136,7	21,5 »
1898-1908	108,6	28,2	136,8	21 »
1899-1909	110,2	27,5	137,7	20 »
1900-1910	111,8	27,3	139,1	19 »

La production du blé décroît donc lentement, — il s'agit ici de 20 années — l'importation augmente pour compenser cette diminution, ainsi qu'à cause de l'augmentation de la population.

En Allemagne la situation est quasi la même ; la production indigène ne diminue pas, mais l'importation augmente comme la population : le pays est également trop petit pour nourrir ses habitants. C'est donc le même phénomène que dans le Royaume-Uni, mais moins accentué à cause de la moindre densité de la population et de l'état d'industrialisation moins avancé : de plus l'Allemand, se nourrissant moins bien que l'Anglais, importe moins que celui-ci, toutes choses égales d'ailleurs.

Après les céréales, le cheptel est le facteur le plus important de l'agriculture : le tableau ci-dessous nous renseigne la situation en 1907.

Cheptel allemand et anglais, 1907

	Allemagne	Royaume-Uni
Chevaux	4 337 000	2 088 000
Bestiaux	20 590 000	11 738 000
Porcs	22 080 000	4 058 000
Moutons	7 681 000	31 320 000

	Par km²		Par 100 habitants	
	Allemagne	Royaume-Uni	Allemagne	Royaume-Uni
Chevaux	8	7	7	5
Bestiaux	37	37	33	27
Porcs	41	13	36	9
Moutons	14	100	12	70

Ici, comme pour les céréales, il y a un avantage marqué pour l'agriculture allemande; mais une fois encore, nous rappelons au lecteur la remarque que nous avons faite à ce sujet, ainsi que le fait déjà établi

précédemment, que l'Anglais mange plus de viande que l'Allemand.

Ceci corrobore pleinement notre remarque : car enfin, il importe moins qu'il y ait peu ou beaucoup de bœufs, de veaux, de porcs ou de moutons dans un pays, pourvu que les habitants soient bien nourris.

Mais ce que nous devons examiner, c'est si les Anglais n'ont pas tort de consacrer une part si importante de leur pays aux pâturages, au lieu de les transformer en champs, comme les Allemands.

Tout d'abord, la nature du sol n'oblige-t-elle pas les Anglais à cette mesure? En partie, oui; car il est certain que beaucoup de landes écossaises ne peuvent servir qu'à nourrir des troupeaux; mais d'autre part, il est certain que bien des terrains, qui sont des pâturages dans le Royaume-Uni, seraient des champs en Allemagne. D'où cela provient-il? Nous croyons que la cause principale en est l'élevage des moutons, qui ont besoin de pâturages énormes et ne peuvent être élevés partiellement à l'étable comme les vaches et les porcs.

On a vu, en effet, dans la production des céréales, que l'Allemagne produit énormément de pommes de terre et l'Angleterre beaucoup de navets — ceux-ci servent à nourrir le bétail et les porcs — de même que le foin sert à nourrir les chevaux; mais les moutons ont besoin d'herbe, donc de pâturages.

Voilà pourquoi dans le Royaume-Uni il y a relativement peu de champs et beaucoup de pâturages.

Ce que nous examinons donc, c'est si les Anglais n'ont pas tort d'élever tant de moutons et s'ils ne feraient pas mieux de remplacer leurs pâturages par des champs, et leurs moutons par des porcs qu'ils nourriraient avec une partie de leurs 26 000 000 t. de navets.

Si nous en croyons M. Ellis Barker (FORTNIGHTLY

Review, janv. 1910), il n'y a pas de doute que ses compatriotes aient tort, et les Allemands raison; en effet, d'après Barker, un acre de froment rapporte 1 tonne de froment, valant 7 à 8 £ (200 fr.); un acre de betteraves rapporte 2 tonnes de sucre, valant 10 £ (250 fr.); un acre de pommes de terre, 8 tonnes, valant 24 £ (600 fr.), tandis qu'un acre de pâturage ne rapporte que 10 shillings ou 12,5 fr.

Présentée de la sorte, la question semble résolue avant d'être posée ; mais il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit que de recettes et non de bénéfices : des recettes, il faut déduire la mise première (graines, pommes de terre, fumier) et la main-d'œuvre, et il n'y a pas de doute que la mise première et la main-d'œuvre soient incomparablement plus grandes pour la culture du blé, des pommes de terre, des betteraves, etc., que pour les pâturages, où il suffit d'acheter une fois pour toutes un troupeau comme mise première et comme main-d'œuvre d'avoir un berger qui le garde et le tonde. Il se peut donc qu'il soit dans bien des cas plus rémunérateur d'avoir des pâturages que de cultiver des champs. En outre, comme les pâturages exigent très peu de personnel, les hommes qui sinon seraient occupés à travailler les champs peuvent faire un travail plus rémunérateur pour eux-mêmes et pour le pays, dans l'industrie ou le commerce.

Ceci peut paraître en contradiction avec les idées généralement admises ; aussi bien ne rejetons-nous pas à priori la thèse qui consiste à déplorer tout recul de l'agriculture et tout progrès de l'industrie, mais nous émettons simplement des doutes sur sa valeur.

Toutefois, ce qui est certain, c'est que la politique agricole des Anglais, opposée à celle des Allemands, tend à diminuer l'importance de l'agriculture, mais il serait encore à démontrer qu'en agissant autrement,

l'Angleterre ne causerait pas un tort énorme à son industrie, avec peu de profit pour son agriculture.

D'ailleurs, ainsi que nous avons déjà eu l'occasion de le dire, de la diminution de la population agricole et des champs cultivés, ne découle pas nécessairement le marasme de l'agriculture, aussi bien dans le Royaume-Uni qu'en Allemagne. C'est ainsi que l'importance du cheptel augmente :

Augmentation du cheptel de 1897 à 1907

	Chevaux	Bestiaux	Moutons	Porcs
Allemagne	7,5 %	11,5 %	— 29 %	55 %
Royaume-Uni	1 »	5,7 »	— 1,8 »	7,8 »

La production des céréales non plus n'a guère varié, parce que si la surface cultivée a légèrement diminué dans les deux pays, la production par hectare a augmenté quelque peu aussi.

La statistique de la production par unité de surface va nous démontrer que l'agriculture anglaise est à la tête des nations, comme perfection de culture.

Voici les chiffres pour l'Allemagne et le Royaume-Uni en 1907 :

	Récolte par hectare en kilogrammes					
	Seigle	Froment	Orge	Pommes de terre	Avoine	Foin
Allemagne	1600 kg.	2000 kg.	2000 kg.	13 800 kg.	2090 kg.	4100 kg.
Royaume-Uni	—	2400 »	2160 »	15 300 »	2010 »	3910 »

Ainsi que nous l'avons dit, ces chiffres s'améliorent encore, mais évidemment très lentement.

Pour donner une idée de ce que les autres pays produisent par unité de surface, nous faisons suivre (d'après le Business Years Prospects, 1910), la production de froment en boisseaux par acre en 1909 :

Hollande	34.1	boisseaux	Japon	16	boisseaux
Royaume-Uni	33	»	États-Unis	15	»
Allemagne	30.3	»	Inde	12	»
Roumanie	22	»	Australie	12	»
Canada	20	»	Espagne	11	»
France	19	»	Russie	10	»
Autriche-Hongrie	18	»	Argentine	9	»
Italie	16	»			

Ces chiffres se passent de commentaire.

Ceci nous amène à comparer la production absolue en froment des divers pays (*Les Grains et le Marché d'Anvers*, p. 39-40).

Moyenne de 1903-1908

1 États-Unis	18 000 000 t.	4 Inde	8 500 000 t.
2 Russie	14 500 000 t.	5 Autriche	5 000 000 t.
3 France	9 200 000 t.	6 Argentine	5 000 000 t.
	41 700 000 t.	7 Balkans	5 000 000 t.
		8 Italie	4 300 000 t.
		9 Allemagne	3 500 000 t.
		10 Espagne	3 200 000 t.
		11 Canada	2 500 000 t.
		12 Australie	1 800 000 t.
		13 Royaume-Uni	1 500 000 t.
			40 300 000 t.

Un coup d'œil sur ce tableau suffira pour constater la vérité de ce que nous avancions, que les Anglais avaient mieux à faire que de cultiver à tout prix du froment en concurrence avec des pays énormes où le terrain ne coûte rien, et où la culture peut se faire sur une grande échelle avec les procédés et les machines modernes.

Il semble donc bien que l'agriculture anglaise est arrivée par la force des choses à la meilleure solution. Cette solution est la suivante : cultiver les céréales dans les terres de toute première qualité — car c'est bien là le motif de sa plus grande production par acre

— et de cette façon lutter dans les meilleures conditions contre le blé étranger. Dans les terres plus pauvres, faire l'élevage, et enfin près des villes faire la culture maraîchère.

Il faut renoncer à l'utopie de se suffire à soi-même. Le pays est trop petit et trop peuplé pour cela et il se trouverait par le fait même dans un état d'infériorité s'il voulait l'essayer.

Mais ce qu'il peut faire, et ce qu'il fait d'ailleurs de plus en plus, c'est de développer sa culture maraîchère dans les environs des villes.

Contrairement à l'élève du bétail et à la culture des céréales, la culture maraîchère exige un écoulement quotidien et rapide des produits. Elle doit donc réunir les deux conditions suivantes : des agglomérations assez importantes et des moyens de communication pour s'y rendre.

Les agglomérations existent depuis longtemps, mais les moyens de locomotion sont plus récents : la bicyclette qui est très pratique mais ne permet cependant pas le transport de beaucoup de marchandises, et les tramways électriques qui ont pris un essor prodigieux dans le Royaume-Uni, ont favorisé énormément la culture maraîchère. Aussi, ces dernières années, celle-ci a pris une extension très considérable.

Les diverses lois pour favoriser la petite propriété ont certainement contribué pour une part à son développement.

Le bien-être croissant des classes ouvrières a également eu sa part dans ce développement en augmentant le marché.

On peut donc prévoir qu'un temps viendra où l'agriculture anglaise sera presque réduite à l'élève du bétail et à la culture maraîchère, — terme d'une évolution qui s'accomplit sous nos yeux et qu'il ne faudrait nullement redouter, car si le danger de famine existe en

temps de blocus, ce danger existe pour tous les pays du monde, sauf peut-être les États-Unis, qui sont assez grands pour se subvenir à eux-mêmes en tout. Car une chose est évidente, c'est que si tous les pays ont un commerce extérieur, c'est par nécessité et non par agrément, et l'Angleterre mourrait aussi bien de faim d'être privée de coton que de froment.

Ce développement de la culture maraîchère est trop récent pour se traduire déjà dans les statistiques officielles. Pour de plus amples renseignements nous renvoyons le lecteur au numéro du mois de mai 1912 du BULLETIN DES INSTITUTIONS ÉCONOMIQUES ET SOCIALES DE L'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE.

A côté de la culture des céréales, de la culture maraîchère et de l'élève du bétail, vient se placer la culture industrielle, comprenant surtout la culture du lin, de la betterave et du houblon.

Sur les deux premières, nous manquons de données concernant la culture proprement dite.

Quant au houblon, la production de 1901 à 1908 a été en moyenne de 19 500 t. en Angleterre (il n'y en a pas en Irlande) et de 22 200 t. en Allemagne, avec une production moyenne par hectare de 1130 kg. en Angleterre et de 600 kg. en Allemagne (une preuve de plus de l'infériorité de l'agriculture anglaise !).

Ce houblon a servi à fabriquer — avec du grain évidemment — une moyenne de 56 000 000 d'hectolitres de bière (de 1894 à 1907), tandis qu'en Allemagne, de 1888 à 1907, la production de la bière passe de 28 à 48 000 000 d'hectolitres.

Si le Royaume-Uni l'emporte pour la fabrication de la bière (contrairement à l'opinion commune), l'Allemagne distille plus d'alcool.

De 1898 à 1907 ce dernier pays produit une moyenne de 3 900 000 hectolitres d'alcool, tandis que de 1894 à

1907 le Royaume-Uni n'atteint qu'à la moyenne de 2 400 000 hectolitres.

Quant à l'industrie du lin, celle-ci rentre dans les industries textiles et non dans les industries agricoles. Qu'il nous suffise de savoir que l'Irlande produit beaucoup de lin d'excellente qualité.

Nous ignorons la production de betteraves dans le Royaume-Uni, mais nous savons qu'elle fabrique 175 000 t. de sucre, et que la production sucrière (mélasses, glucoses, etc. comprises), valait en 1907 plus de 300 000 000 fr. (Census of Production, 1907, part. V, page 36). L'Allemagne, elle, a vu passer de 1898 à 1907, sa production sucrière de 1 700 000 t. à 2 138 000 t., valant près d'un demi-milliard de francs. L'Allemagne dépasse donc considérablement le Royaume-Uni par ses industries agricoles. Par ses vignobles, l'Allemagne a encore un avantage marqué sur le Royaume-Uni. Sa production en vins varie de 65 à 165 000 000 fr. suivant les années.

Par contre, l'industrie si intéressante de la pêche — industrie que nous rattachons à l'agriculture puisqu'elle a pour but de nourrir l'homme — la pêche, disons-nous, rapporte, en 1907, 300 000 000 fr. au Royaume-Uni contre 35 000 000 fr. à l'Allemagne, ce qui compense bien l'avantage que celle-ci trouvait dans la viniculture.

Après avoir passé en revue les diverses productions de l'agriculture tant allemande qu'anglaise, il reste à estimer la valeur globale des divers produits.

Il n'existe pas de statistiques officielles à ce sujet en Allemagne, mais diverses publications comblent partiellement cette lacune.

Ainsi Calwer, dans l'Arbeitsmarkt Correspondenz, (30 janvier 1908) estime la récolte de froment, seigle, avoine, orge, pommes de terre, à :

5	milliards	de	francs	en	1900
4,9	»	»	»	»	1901
5,1	»	»	»	»	1902
5,5	»	»	»	»	1903
6,2	»	»	»	»	1904
5,6	»	»	»	»	1905
6,5	»	»	»	»	1906

Ceci n'est qu'une partie de la production agricole, car il faut y ajouter la production en viande, beurre, fromages, œufs, lait, fruits, légumes, cultures industrielles, etc.

Arnold Steinmann Bucher (*350 Milliarden Deutsches Volksvermogen*, p. 37) affirme, d'après la DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFT GESELLSCHAFT, qu'en 1906, la valeur du lait produit s'élevait à 3 160 000 000 fr., soit plus de 50 fr. par tête, ce qui paraît absolument invraisemblable. Pour s'en convaincre, il suffit que chaque lecteur examine sa dépense personnelle et annuelle de lait et il constatera que, sauf des cas exceptionnels, il n'atteint pas le chiffre de 50 fr. par tête.

Mais il ne faut pas oublier qu'une part notable de ce lait est transformée en beurre et en fromage, ce qui rend le chiffre de 3 160 000 000 fr. très compréhensible.

Nous n'avons pas de données au sujet de la valeur de la production de la viande. Cependant, on a vu que chaque Anglais consomme pour 63 fr. par an de viande importée, sans compter celle du pays. On peut donc admettre que chaque Allemand consomme pour 63 fr. de viande par an. L'importation n'étant que de 3 fr. par tête, la valeur de la production nationale sera de 61 700 000 × 60, soit 3 600 000 000 fr.

De ces 3,6 milliards il y aurait lieu de défalquer une certaine somme pour les pommes de terre, l'avoine et le seigle consommés par le bétail. D'autre part, la valeur du lait devrait être majorée de sa plus-value

provenant de sa transformation partielle en beurre et en fromage, et à la production du cheptel il faut ajouter la valeur de l'accroissement annuel de celui-ci.

Quant aux fruits, il y a en Allemagne environ 170 millions d'arbres fruitiers, et en admettant une production de 5 à 6 fr. par arbre on arrive à un total de 1 000 000 000 fr.

En ajoutant donc les chiffres ci-dessus, soit

6	milliards	pour	les récoltes
3	»	»	la viande
3	»	»	le lait
1	»	»	les fruits

on arrive à un total de 13 milliards.

En tenant compte des légumes, des œufs, des cultures industrielles, on arrivera aisément à un total de 15 milliards. C'est d'ailleurs le chiffre que Steinmann Bucher cite — mais, bien entendu, il compte en marks et pas en francs — cela n'a d'ailleurs pas d'importance étant donné que nous ne faisons ces calculs que pour fixer les idées et de plus que Steinmann Bucher a une tendance marquée à l'exagération.

Pour le Royaume-Uni les statistiques sont encore plus muettes qu'en Allemagne. Heureusement l'Income Tax nous tirera d'embarras.

En 1907 les revenus provenant de la propriété des terres et des fermes s'élevaient à 1300 millions par an.

De plus, les revenus provenant de l'occupation des terres, c'est-à-dire les bénéfices des fermiers mêmes, s'élevaient à 435 000 000 fr.

Remarquons aussitôt que les propriétaires ruraux dont les revenus ne dépassent pas 4000 fr. l'an ne figurent pas dans ces statistiques, pas plus que les fermiers qui ne gagnent pas au moins 4000 fr. par an.

Ajoutons cependant que les petits propriétaires

ruraux ne possèdent qu'une très faible partie du sol : ainsi les propriétés valant jusque 25 000 fr. ne représentent pas 8 % de la valeur de toutes les propriétés. Il n'y a donc pas lieu de s'en occuper beaucoup.

Quant aux fermiers ne gagnant pas 4000 fr. par an, ils doivent être légion : cependant les données nous manquent pour apprécier dans quelle mesure le chiffre de 135 000 000 fr. devrait être augmenté.

Le revenu de l'agriculture dépasse donc certainement 1 300 000 000 fr. plus 435 000 000 fr. soit 1 735 000 000 fr. Admettons qu'il atteigne 2 milliards. Ces deux milliards c'est le bénéfice réalisé par l'industrie agricole : à quelle production correspond un pareil revenu ? Tout dépend ici du taux de bénéfice qu'on admettra ; nous croyons qu'un taux de 20 % n'est pas élevé, étant donné que l'agriculteur fait tout lui-même et qu'il vend la plupart des denrées au consommateur lui-même. De plus, dans ce bénéfice de 20 % est compris le loyer qu'il doit payer au propriétaire.

En admettant donc le chiffre de 20 %, la production agricole du Royaume-Uni s'élèverait à 10 000 000 000 fr. ou les 2/3 de la production agricole allemande.

Ajoutons une fois de plus, que ce n'est qu'à titre d'indication que nous faisons ces calculs, et que nous ne prétendons pas nous baser sur leurs résultats.

Pour juger la situation respective des deux pays au point de vue agricole, ajoutons qu'en Prusse, d'après les statistiques de l'administration des finances, l'ensemble des biens ruraux sont hypothéqués de 20 à 58 % suivant les provinces, et dans toutes les provinces de l'Est, c'est-à-dire dans les provinces les plus agricoles, l'ensemble des propriétés sont hypothéquées à raison de 50 % au moins : cet état de choses ne serait que le reflet de la situation précaire des propriétaires ruraux (voir *Evolution of Modern Germany by Dawson*, p. 246 et suiv.).

Il semble donc que, malgré les barrières douanières, l'agriculture allemande ne parvient à lutter que péniblement contre les importations d'outremer.

Certes la production agricole allemande est bien supérieure à celle du Royaume-Uni ; certes elle occupe plus du double de bras, mais quel en est le résultat ? En Allemagne la nourriture coûte plus cher, et, conséquence inévitable, l'ensemble de la nation se nourrit moins bien qu'en Angleterre ; le propriétaire rural hypothèque ses biens et s'obstine à lutter, à coups de tarifs douaniers, contre des concurrents qui doivent triompher par la force des choses. Une population rurale de 25 millions d'habitants vit péniblement, sur un territoire trop étroit, au lieu de trouver dans l'industrie et le commerce une vie plus large, ou d'émigrer vers des territoires en friche qui n'attendent que des bras pour être exploités.

La conséquence de cette politique agricole et douanière — car la seconde est la conséquence de la première, et ce sont les propriétaires ruraux de l'Est qui sont les plus fougueux protectionnistes — la conséquence, disons-nous, est que l'Allemagne étouffe dans son territoire, où elle ne parvient plus à vivre. Qu'elle fasse comme sa voisine : qu'elle ne lutte pas contre l'impossible, qu'elle ne veuille pas sur un sol trop habité récolter péniblement de quoi nourrir ses habitants, tandis qu'en Amérique des pays immenses et pour ainsi dire sans limite, produisent ce qui lui manque à des prix défiant toute concurrence ; qu'en échange du blé elle leur vende ses produits manufacturés, qu'elle envoie ses fils coloniser ces pays lointains ; elle le fait dans une certaine mesure, mais elle devrait le faire davantage et laisser, comme sa rivale, le mécanisme économique fonctionner sans les barrières artificielles des droits sur les céréales et les comestibles.

Cette conclusion, que la politique agricole de l'Angle-

terre est préférable à celle de l'Allemagne, nous n'y sommes arrivé que par l'étude des statistiques. Comme beaucoup d'autres, nous admettions à priori qu'il vaut mieux qu'un pays se suffise à lui-même ; nous ne nous étions pas aperçu que c'est une chimère, que pas plus qu'un individu civilisé ne peut se suffire à lui-même un pays ne le peut, que si c'était là l'idéal, tout commerce international serait un signe de décadence, car il suppose nécessairement la dépendance mutuelle des nations, qu'enfin, s'il y a un danger à dépendre d'une autre nation pour sa subsistance, en cas de guerre, ce danger existe pour toute dépendance commerciale, pour la bonne raison que l'arrêt du commerce international ruinerait aussi sûrement un pays qu'il l'affamerait, ce qui équivaut en tout cas à la fin de la guerre.

Dans un second article nous examinerons le commerce et les industries principales des deux pays rivaux.

H. Mansion.

Réception Photographique des Radiotélégrammes

et par ce Moyen

Comparaisons Précises des Pendules Astronomiques et des Chronomètres à Distance

Sur l'initiative du Bureau des Longitudes, le Gouvernement français a organisé, à Paris, du 15 au 23 octobre 1912, une *Conférence internationale de l'Heure* à laquelle seize États se sont fait représenter.

Le but de cette Conférence était d'amener, par une entente internationale, l'unification *effective* de l'heure, déjà réalisée en principe par l'adoption universelle, ou à peu près, du système des fuseaux horaires. D'ici à quelques mois seront publiés les mémoires présentés à la Conférence et les Comptes rendus de ses travaux. Nous nous réservons de revenir alors en détail sur l'ensemble du programme étudié à Paris (1).

Le cinquième point de ce Programme était libellé

(1) Dès aujourd'hui, on pourra trouver dans une intéressante notice de M. G. Lecointe, Directeur scientifique de l'Observatoire royal de Belgique, le programme de la Conférence, les bureaux de ses commissions, les résolutions et les vœux adoptés : *La Conférence internationale de l'Heure et l'Unification de l'Heure* dans la VIE INTERNATIONALE, 1912, fasc. I, t. II, pp. 43-60. Bruxelles. La Conférence a créé une *Commission internationale de l'Heure*, dont M. G. Lecointe a été élu Vice-Président.

Voir aussi Prof. Dr E. Kohlschütter : *Die Internatiale Zeitconferenz zu Paris* dans ANNALEN DER HYDROGRAPHIE, 1912, Bd. XL, Heft XII. Nous avons reçu cet article pendant l'impression de ces pages, trop tard pour pouvoir l'utiliser. Nous y reviendrons.

comme suit : *Appareils radiotélégraphiques à employer pour l'émission et la réception des signaux horaires.*

A ce sujet, la Conférence adopta, à l'unanimité, le vœu suivant proposé par M. Henri Abraham, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris : « La Conférence recommande aux Observatoires et aux Administrations intéressées de mettre à l'étude l'organisation de l'enregistrement automatique des signaux horaires. »

Nous nous restreignons, pour le moment, à cette question précise de l'enregistrement automatique des signaux horaires.

Signaux horaires. — Il ne sera pas inutile, sans doute, de rappeler d'abord la nature des signaux horaires transmis chaque jour par les stations radiotélégraphiques de la Tour Eiffel en France et de Norddeich-Wilhemshaven, en Allemagne.

Eiffel (FL en style radiotélégraphique) émet des signaux horaires proprement dits, le matin à 10 h. 45 m., 10 h. 47 m. et 10 h. 49 m., la nuit à 23 h. 45 m., 23 h. 47 m. et 23 h. 49 m. (temps moyen de Greenwich).

Voici le détail de ces émissions. Quelques minutes avant 10 h. 45, la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel est reliée, par des lignes souterraines, à l'Observatoire de Paris d'où les appareils d'émission radiotélégraphique peuvent alors être commandés par l'intermédiaire de relais.

A 10 h. 43 m. environ, on transmet les mots : « Paris, Observatoire — signaux horaires. »

A 10 h. 44 m., il est fait une série de signaux d'avertissement consistant en une série de *barres :* — — — etc. et prenant fin à 10 h. 44 m. 55 s. environ.

A 10 h. 45 m. 0 s., une pendule de l'Observatoire ferme elle-même le circuit d'émission, par un dispositif approprié, pendant un temps égal à 1/4 de seconde

environ, ce qui produit un *point*, un *top*, un peu long : c'est le premier signal horaire.

Les émissions suivantes se font de même, à part ceci que les signaux d'avertissement de 10 h. 46 m. à 10 h. 47 m. consistent en une série de *barres* suivies chacune de *deux points* : — ·· et ceux de 10 h. 48 m. à 10 h. 49 m. en une série de *barres* suivies chacune de *quatre points* : — ····

Les signaux horaires de nuit sont transmis de la même façon que ceux de jour.

Avec ces signaux horaires un observateur exercé pourra recevoir l'heure à 0s,1 près. On ne peut pas compter sur une plus grande précision (1).

Si cette approximation suffit amplement dans la vie pratique, et même pour la navigation, les chemins de fer, les horlogers, il importe de rechercher une précision plus grande pour des applications scientifiques importantes. En astronomie et en géodésie, notamment dans la détermination des longitudes, on cherche à atteindre — pour le moment — le centième de seconde.

A cet effet on a recours à la *méthode des coïncidences*. Imaginée par Borda, cette méthode est utilisée depuis longtemps pour comparer avec précision deux compteurs de temps *placés l'un près de l'autre*. MM. Claude et Driencourt l'ont appliquée à la *comparaison à distance* de pendules et de chronomètres placés en des lieux distincts quelconques réunis par une ligne téléphonique (2). Grâce à la télégraphie sans fil

(1) Bureau des Longitudes : *Réception des signaux radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel* : 1° *pour donner l'Heure (T. M. G.) (signaux horaires)* ; 2° *pour permettre de comparer avec une grande précision les pendules astronomiques ou les chronomètres placés en des points compris dans la zone d'action de la station radiotélégraphique de la Tour Eiffel*. Paris, Gauthier-Villars, 1912 ; ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES POUR L'AN 1913. Notice de M. le Commandant Ferrié : *Application de la télégraphie sans fil à l'envoi de l'heure*.

(2) Claude et Driencourt, COMPTES RENDUS, 29 mai 1905. Les mêmes : REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES, 15 et 30 juillet 1911.

dont les signaux se reçoivent si facilement à des milliers de kilomètres, la ligne téléphonique est devenue superflue dans la zone d'action d'un même poste T.S.F.

Sans entrer dans de longs détails, rappelons que la méthode des coïncidences a été heureusement comparée à l'emploi du vernier pour la mesure des longueurs.

Le poste de la Tour Eiffel envoie, à 23 h. 30 environ, une série de 180 points brefs espacés de (1 — 1/50) seconde, les 60e et 120e étant supprimés pour établir des repères de comptage. Cette série de *signaux rythmés* forme une sorte de *vernier acoustique* auquel sont rapportés les battements des garde-temps à comparer : par exemple, d'une part, les battements de l'horloge directrice A de l'Observatoire de Paris et, d'autre part, ceux du garde-temps B dont on veut établir la correction. Ce dernier peut être situé en un lieu quelconque dans le rayon d'action de la Tour Eiffel.

Pour cela, en A comme en B, on observe par T.S.F les heures des interruptions correspondant aux 60e et 120e points supprimés ainsi que des coïncidences entre les battements du garde-temps local et les points radiotélégraphiques. On peut alors calculer, pour chacun des deux garde-temps, les heures, exactes à un ou deux centièmes de seconde près, des 1er et 180e points de la série. Quelques minutes plus tard, FL transmet le résultat trouvé à l'Observatoire de Paris d'où l'on déduit la correction du deuxième garde-temps (1).

FL emploie pour les signaux d'avertissement et signaux horaires proprement dits, le montage d'*émission par étincelles rares*. Il se produit alors au poste émetteur environ 20 étincelles par seconde, ce qui donne dans les téléphones récepteurs un son ressemblant à un roulement de tambour. Pour les *signaux rythmés*,

(1) Voir la brochure du Bureau des Longitudes : *Réception, etc.*, pp. 29 et suiv., et la notice de M. le Commandant Ferrié, pp. 17 et suiv., déjà citées.

FL se sert du même montage mais règle la durée de fermeture du circuit de façon à obtenir une étincelle unique d'émission de télégraphie sans fil pour chaque signal. Au téléphone, on reçoit ainsi un *top* très bref, ce qui est avantageux pour la précision de l'observation.

Nous n'avons indiqué ci-dessus que l'application la plus simple de la méthode des coïncidences par battements radiographiques rythmés. M. le Commandant Ferrié explique dans son intéressante notice, citée plus haut, comment les explorateurs, les astronomes et les géodésiens peuvent utiliser ces mêmes battements pour la détermination des longitudes avec une précision plus ou moins grande suivant les cas et la brochure du Bureau des Longitudes, également citée, donne le détail des opérations et calculs à effectuer dans le cas des comparaisons de haute précision. Nous n'y insistons pas.

Ajoutons seulement que cette méthode a été appliquée entre Paris et Bizerte, Bruxelles, Alger, etc. Entre Paris et Bizerte opéraient trois missions distinctes. Leurs résultats concordent à 1/100 ou 2/100 de seconde.

Il peut être intéressant de signaler ici que, prochainement, cette méthode des coïncidences par battements radiotélégraphiques jouant le rôle de *signaux instantanés* permettra à nos fonctionnaires et à nos explorateurs de corriger et de compléter la carte de notre grande colonie africaine.

On travaille en effet, là-bas, à l'établissement de nouveaux postes de T. S. F. Le nombre total en sera porté à neuf : Banana, Boma, Coquilhatville, Lisala, Stanleyville, Kindu, Kongolo, Kikondja et Elisabethville. Les cercles d'action des sept derniers postes cités couvrent presque la totalité du territoire du Congo belge et se recouvrent de telle sorte que la communication radiotélégraphique pourra se faire d'une façon ininterrompue le long du Congo et de la Lualaba depuis Coquilhat-

ville jusqu'à Elisabethville. D'autre part, la métropole sera mise en relation avec la Colonie par l'intermédiaire de la station de T. S. F. de grande puissance qui s'achève à Bruxelles (Neder-over-Heembeek), sous la direction de M. Robert Goldschmidt (1).

Comme nous l'avons dit, il existe également un service horaire à Norddeich.

Dans ce poste, le service du jour commence à 11 h. 52 m. et consiste en une série de *v* ···— suivis des lettres K N D *indicatif* de la station et de la mention M G Z (Mittel Greenwich Zeit = temps moyen de Greenwich).

Norddeich emploie l'*émission musicale*, c'est-à-dire une émission comportant un si grand nombre d'étincelles à la seconde que dans les téléphones récepteurs on entend un son à peu près musical, quelque chose comme un appel lointain de sirène.

Les signaux horaires proprement dits consistent en des traits ou *barres* qui durent environ 1/4 de seconde et dont le *début* est à considérer. Ces traits se suivent par série de 5, toutes les 10 secondes, depuis 11 h. 58 m. 46 s. jusqu'à 11 h. 59 m. 10 s., et de nouveau, depuis 11 h. 58 m. 36 s. jusqu'à midi juste. Midi coïncide avec le *début* du dernier trait. On reçoit ainsi des traits à 11 h. 59 m. 46, 47, 48, 49, 50 puis à 56, 57, 58, 59, 60 ou 11 h. 59 m. 0 s. etc.... Cela fait en tout quinze signaux horaires.

(1) Nous profiterons de l'occasion que nous offre la mention du poste de Bruxelles pour attirer l'attention sur un beau geste de M. R. Goldschmidt. Pour l'instant, ce poste de grande puissance est sa propriété privée. A l'occasion de la *Conférence de l'Heure*, M. Goldschmidt a pris l'initiative de la constitution d'un Comité provisoire (dont la liste complète des membres sera arrêtée prochainement), ayant pour but l'organisation de l'étude scientifique des ondes hertziennes dans leurs rapports avec les milieux ambiants. Et pour permettre à ce comité de commencer immédiatement ses études, il a mis à sa disposition le poste radiotélégraphique de Bruxelles, ainsi qu'une somme de 25 000 francs. La conférence a adressé à M. Goldschmidt des félicitations bien méritées. G. Lecointe, *loc. cit.*, p. 10. Kohlschütter, *loc. cit.*, p. 8.

Le même service se répète textuellement la nuit, de 23 h. 53 m. à 24 h. 0 m. 0 s.

C'est surtout de l'enregistrement photographique de ces divers signaux horaires — battements, tops et barres — en vue des travaux astronomiques et géodésiques de haute précision que nous voulons parler ici.

Méthodes d'enregistrement de M. H. Abraham. — A l'appui du vœu mentionné ci-dessus, M. H. Abraham présentait une série de tracés chronographiques très intéressants.

Pour les comparaisons d'heures, M. Abraham fait tracer *par un même style* (plume ou rayon lumineux) les signaux radiotélégraphiques et les battements de l'horloge à comparer ; par le fait, les mesures sur les tracés deviennent plus faciles et plus précises.

Une première série de *graphiques* avaient été obtenus au moyen d'un milliampèremètre enregistreur à plume, réalisé sur les indications de M. H. Abraham par les ateliers Carpentier. Ces tracés montraient des applications de la méthode des coïncidences à deux pendules à contact électrique bref, — une inscription directe à l'Observatoire de Paris des signaux horaires reçus par T. S. F. (battements rythmés) de la Tour Eiffel et, simultanément, par la même plume, de la seconde de l'Observatoire, — la détermination du retard constant (8 centièmes de seconde) entre le courant qui commande le manipulateur T. S. F. et le départ du train d'ondes pour un signal horaire, — une inscription d'un télégramme sans aucun relais.

Grâce à la finesse des tracés et au déroulement rapide du papier enregistreur, les pointés sur ces chronogrammes pouvaient prétendre à une exactitude supérieure au centième de seconde. « Mais il va sans dire, observait M. Abraham, que tous les courants doivent autant que possible être enregistrés directe-

ment, sans interposer aucun relais qui introduirait des retards peut-être mal connus entre le passage du courant et l'accélération du déplacement de la plume. »

Cet enregistrement à la plume des radiotélégrammes n'est guère possible qu'à une centaine de kilomètres du poste émetteur. « Pour les transmissions à longue portée, il faut recourir à l'inscription photographique qui donne infiniment plus de sensibilité : un galvanomètre a moins à faire pour déplacer un rayon lumineux que pour traîner une plume sur du papier. »

M. Abraham montrait quelques *chronophotogrammes* et, en particulier, la très intéressante inscription simultanée des signaux horaires envoyés à 23 h. 58 par Norddeich-Willemshaven et des secondes de l'horloge directrice de l'Observatoire de Paris. « Ces derniers tracés, obtenus à une distance de plus de 700 kilomètres du poste transmetteur, ont une amplitude et une netteté plus que suffisantes pour que l'on puisse, si on le désire, y faire des mesures micrométriques définissant les temps au delà du millième de seconde. »

Deux autres méthodes. — Nous avions l'honneur d'assister à la Conférence internationale de l'Heure parmi les délégués du ministère des sciences et des arts de Belgique. Nous eûmes ainsi l'occasion de présenter à la Conférence deux méthodes de réception photographique des radiotélégrammes et de comparaison précise de l'heure locale avec l'heure radiotélégraphique.

Nous nous proposons de donner ici quelques détails sur ces méthodes.

Leurs avantages — Comme celle préconisée par M. Abraham, ces deux méthodes écartent tout relais, mais, en outre, aucune d'elles ne surcharge l'horloge locale, *fût-ce d'un simple contact électrique*. Et ce

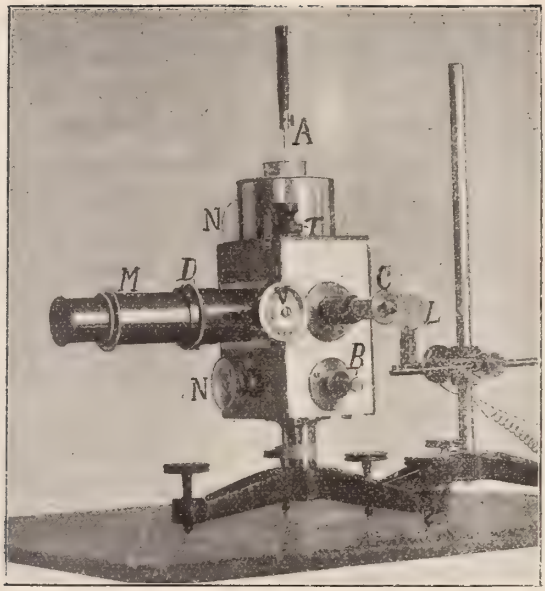
point peut avoir de l'importance dans les déterminations de haute précision. En effet, un contact mobile ne permet pas l'établissement instantané du courant. Puis, ce qui est autrement important, un contact mobile est sujet à se modifier légèrement avec le temps. Si l'on veut assurer la précision du 1 100 de seconde et, *a fortiori*, une précision plus grande encore, n'est-il pas prudent de renoncer autant que possible à l'emploi des contacts? Or la chose est parfaitement possible.

Un autre avantage de ces deux méthodes réside en ce que l'organe mobile récepteur des ondes hertziennes, au lieu d'un cadre de galvanomètre armé d'un miroir, est un simple fil de quartz ou de métal, de quelques microns seulement d'épaisseur, par suite d'une inertie tout à fait négligeable et tendu dans un champ électrostatique ou magnétique qui peut être très intense.

Première Méthode : Électrométrique (Th. Wulf, S. J.). — La première méthode est due au P. Wulf, S. J., de Fauquemont. Elle a été employée par lui dans les observations de la dernière éclipse centrale de soleil, le 17 avril de cette année, au collège Notre-Dame de la Paix, à Namur.

Les signaux radiotélégraphiques sont enregistrés au moyen de l'**électromètre unifilaire** du même P. Wulf (constructeurs Günther et Tegetmeyer, Brunswick. Fig. 1 et 2). Cet appareil est constitué essentiellement par un fil de quartz de quelques microns d'épaisseur, rendu conducteur par pulvérisation cathodique et tendu dans un champ électrostatique condensé (micron = 0,001 mm = μ).

A sa partie supérieure, le fil F est attaché à une pièce métallique terminée par un tube et isolé, grâce à un morceau d'ambre E formant bouchon (fig. 2). Il est retenu à sa partie inférieure par une boucle de fil de quartz isolant Q, qui fait ressort antagoniste. La



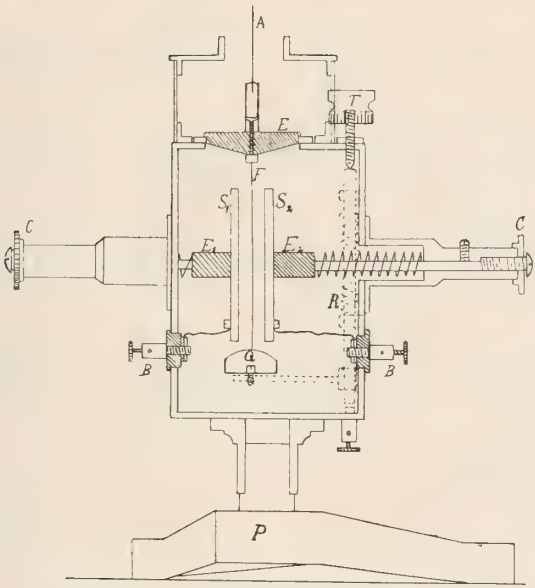


FIG. 1 et 2. — Électromètre unifilaire de Wulf. FQ fil électrométrique (quartz métallisé). Q boucle de quartz (isolant). QRT mécanisme tenseur du fil électrométrique. E E_1E_2 pièces d'ambre. A sonde métallique à manche isolant. BB bornes (isolées) du champ électrostatique. S_1S_2 coins métalliques pôles du champ métallique. CC boutons de réglage des distances des coins au fil FQ. NN ampoules à sodium métallique. M microscope d'observation ou de projection. D mise au point du microscope. V bouton de réglage latéral du microscope. L lampe Osram 4 volts, pour l'observation par projection ou l'enregistrement. P pied à vis calantes.

tension du fil se règle au moyen du bouton à vis T dont la pointe appuie sur une tige verticale guidée par deux anneaux et commandée par le ressort antagoniste R. Comme on le voit sur la fig. 1, le bouton T — non plus que la tige qu'il commande — n'est pas dans le plan du fil, mais dans un des angles de la cage de l'appareil.

Le champ électrostatique se forme entre les arêtes de deux coins métalliques S_1 S_2 isolés à l'ambre E_1 E_2. La distance de ces arêtes est réglable par des boutons à vis C. Les coins sont, par exemple, connectés par les bornes isolées B aux pôles d'une batterie de 500 volts (éléments minuscules noyés dans la paraffine).

Le potentiel variable à observer — ici l'oscillation hertzienne captée par l'antenne — est reçu sur le fil mobile.

D'une façon générale, on voit que l'électromètre unifilaire se prête à tous les modes d'emploi de l'électromètre à quadrants.

La **sensibilité de l'appareil** est réglable, dans de très larges limites, par la tension du fil et par sa distance à chacune des deux arêtes, pôles du champ électrostatique. Cette sensibilité varie du millivolt aux potentiels explosifs.

Le tout — fil de quartz et coins métalliques — est, naturellement, enfermé dans une cage de Faraday (fig. 1), percée seulement de deux petites fenêtres grillagées. L'une de ces fenêtres sert à éclairer une faible portion de la région médiane du fil mobile. Sur l'autre est monté le microscope d'observation M (fig. 1) dont la mise au point se fait au moyen de la virole D. A cet effet, le tube du microscope glisse à frottement doux dans la virole. Il porte une vis dont la tête s'engage dans une fente hélicoïdale ménagée dans la virole. Suivant le sens de la rotation de celle-ci, la tête de la

vis et, par suite, le microscope, sont entraînés vers le fil ou en sont éloignés.

Virole et microscope sont implantés normalement dans une plaque-chariot qu'un bouton à vis V permet de déplacer de façon à amener le milieu du champ en coïncidence avec le fil.

La monture de cette optique réduit presque à zéro l'ouverture de la fenêtre de visée, et nous allons voir à l'instant qu'il en est de même de la fenêtre d'éclairage. Le bouchon d'ambre qui sert à l'isolement de la partie supérieure du fil de quartz est lui-même protégé par un chapeau métallique qui ne laisse passer qu'une fine sonde de contact A.

L'état de sécheresse et, par suite, le pouvoir d'isolement des pièces d'ambre sont assurés par des ampoules N (fig. 1) que l'on charge de sodium métallique.

Le pied P de l'appareil est à vis calantes (fig. 1).

Éclairage. — Envisage-t-on l'enregistrement photographique des déplacements du fil électrométrique ou — plus généralement — son observation par projection, on aura tout avantage à employer l'appareillage d'éclairage très simple et très pratique utilisé par le P. Wulf. Il consiste en une lampe Osram (fig. 1) à filament rectiligne — le modèle de quatre volts suffit pour l'enregistrement photographique — enfermée dans une petite lanterne armée d'une lentille. Le condensateur est complété par un objectif de Zeiss de faible grossissement vissé directement sur la fenêtre d'éclairage.

Le fil de la lampe est monté perpendiculairement à la direction du fil électrométrique. Avec un réglage convenable des distances, le microscope, muni pour bien faire d'un oculaire spécial pour la projection, donne sur un écran perpendiculaire à son axe une bande lumineuse rectiligne coupée par l'image noire du fil de quartz.

Enregistreur. — S'il s'agissait d'enregistrer des variations de potentiel lentes relativement à la vitesse de déroulement de la bande sensible [papier ou pellicule (1)], on pourrait se contenter de faire passer celle-ci derrière une fente étroite sur laquelle s'effectuerait la projection mentionnée à l'instant. — Naturellement le mouvement du papier sensible s'effectue tout entier dans une chambre opaque et il est soustrait à l'action de toute lumière aussi bien avant son passage derrière la fente qu'après ce passage. Au total, l'enregistreur ressemble assez à un appareil photographique ordinaire à bobine mais dont le film se déroule d'une façon continue sous l'action d'un mouvement d'horlogerie. Dans le cas présent, on a soin de munir d'une lentille cylindrique la fente qui, cette fois, aura de 3 à 4 mm. de largeur. Cette lentille, placée bien perpendiculairement à l'axe du faisceau projeté par le microscope, concentre la lumière reçue en un foyer linéaire à bords très nets et d'environ 0,3 mm. d'épaisseur (voir fig. 4). Le vif éclat de la ligne focale est interrompu par l'image du fil électrométrique ramenée, du même coup, elle aussi, à un élément linéaire extrêmement délié. C'est au foyer de la lentille cylindrique que l'on fait passer la bande de papier sensible et pour que cette bande s'étale bien régulièrement, elle est laminée, pour ainsi dire, entre une lame de verre fixe, placée au foyer de la lentille cylindrique et un rouleau, parallèle à la lame, très mobile sur son axe, et ne ménageant à la bande de papier sensible que l'espace requis pour son passage facile contre la lame de verre.

(1) Tous les photogrammes reproduits dans cet article ont été effectués avec du papier extra-sensible de la maison G. Schaeuffelen, Heilbronn a. N. La vitesse *maximum* de déroulement que nous avons employée était de 8 mm. par sec. Mais il paraît que le papier en question permet des enregistrements à la vitesse de 50 cm. par 1,5 sec. — Du reste on pourrait au besoin recourir aux pellicules notablement plus sensibles que le papier, mais plus chères.

Ajoutons que s'il y avait lieu de mesurer sur le graphique les élongations du fil électrométrique, il serait avantageux d'employer une lame de verre graduée en millimètres telle que celles fournies par Zeiss. L'ensemble des graphiques qui accompagnent la présente note ont été exécutés dans ces conditions. De là la réglure longitudinale que l'on y remarque. En somme, cette réglure représente les divisions des ordonnées de la courbe tracée par le fil électrométrique. Par suite, que le papier dans son déroulement subisse des déplacements latéraux, que dans le développement photographique et le séchage subséquent il se dilate ou se contracte, ces irrégularités se reconnaîtront facilement à l'inspection de la réglure et, celle-ci constituant la trace d'un système de repères fixes entre lesquels voyage le fil, la courbe pourra toujours être lue et mesurée avec toute la précision désirable.

Plus loin, en parlant de l'enregistrement du temps, nous verrons comment on se procure des repères précis pour les abscisses.

La première *mise au point* de la lame de verre contre laquelle passe le papier, se fait par tâtonnements. Celle-ci une fois réalisée, il est pratique de disposer au-dessus de la chambre de l'enregistreur, dans un plan équivalent à celui du papier sensible, un petit écran blanc.

Pour prendre un photogramme, on commence par chercher l'image du fil au moyen d'un écran tenu à la main et recevant tout le faisceau du microscope de projection. Cet écran sera un morceau de bristol — blanc ou mieux recouvert de peinture à l'aluminium — de la grandeur du front de l'enregistreur. Une fois le fil trouvé, on l'amène sur le petit écran disposé au-dessus de la chambre où l'on peut effectuer la mise au point — si toutefois l'optique employée donne une image suffisamment plane pour que la mise au point sur l'écran excentré coïncide avec la mise au point du centre du

champ projeté sur la fente. Un repère marquant sur cet écran le milieu de la bande de papier sensible avec, pour bien faire, une graduation de part et d'autre guideront le réglage des élongations du fil. Une bandelette de papier blanc graduée, collée sur une des lèvres de la fente de l'enregistreur, rend également service à ce même point de vue.

Montage du récepteur radiotélégraphique.— Pour faire comprendre comment ont été enregistrés les quatre premiers radiotélégrammes de la planche I, nous n'avons plus maintenant qu'à dire deux mots du récepteur radiotélégraphique et de son montage.

Comme antenne, le P. Wulf a établi sur les toits du Collège St-Ignace à Fauquemont (près de Maastricht,

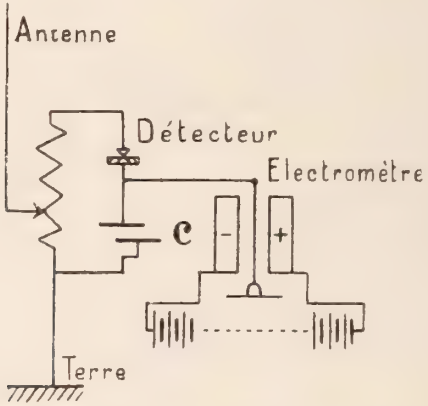
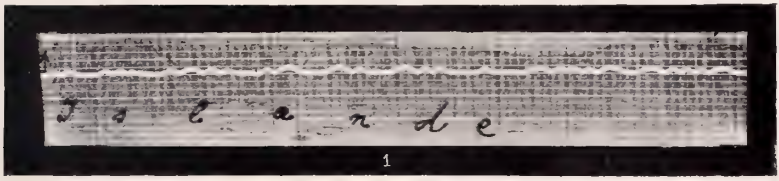


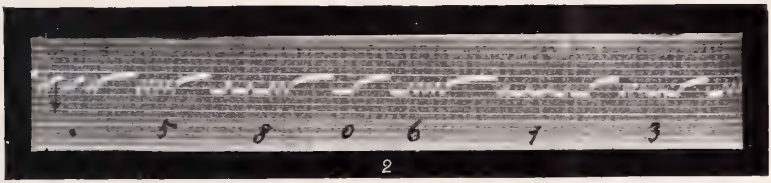
Fig. 3. — Montage du poste récepteur avec électromètre unifilaire.

Limbourg hollandais) un fil unique, horizontal, d'une longueur d'environ 100 mètres.

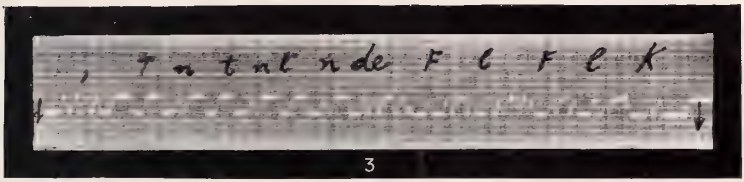
Son récepteur — au carborundum, sans pile auxiliaire — est du genre Oudin à secondaire fixe, construit par M. Vanden Bosch, sous la direction de M. le professeur Van de Vyver de l'Université de Gand. Pour la récep-



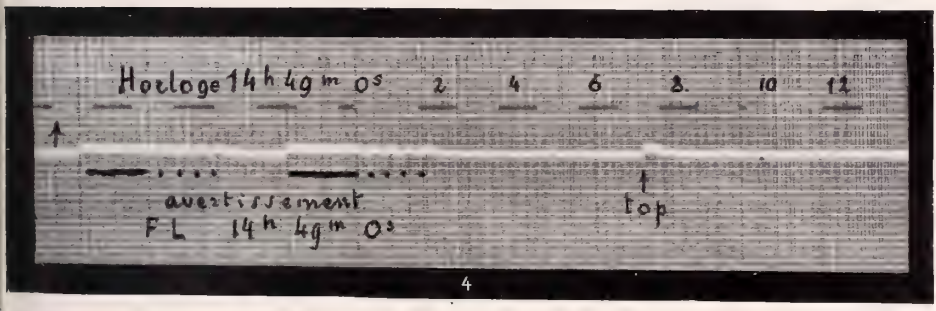
1


5 8 0 6 7 3

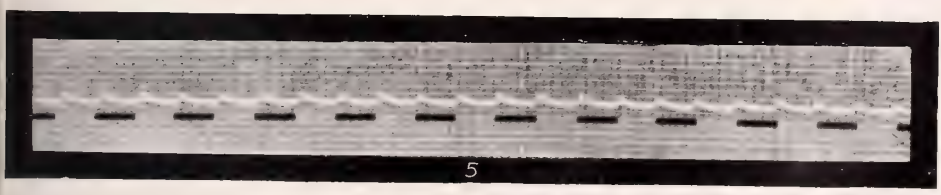
2



3


Horloge 14h 49m 0s
2 4 6 8 10 12
avertissement
FL 14h 49m 0s
top

4



5

tion à l'électromètre, le P. Wulf a trouvé avantageux de compléter ce montage par la mise en série, dans le secondaire, au delà du détecteur du côté Terre un condensateur réglable C. Et c'est en deça de ce condensateur que se connecte l'électromètre comme l'indique la figure 3. L'électromètre est représenté en coupe verticale. On en reconnaît le fil avec, de part et d'autre, les coins métalliques marqués + et —, pôles du champ électrostatique.

Radiotélégrammes. Pl. I, n. 1, 2, 3. — Lisons maintenant les premiers fragments de radiotélégrammes reproduits sur la planche I.

Sur chacun d'eux une flèche indique dans quel sens les ondes hertziennes reçues déplaçaient le fil électrométrique ; d'où la traduction en points et barres de l'alphabet Morse.

A vitesse égale du papier sensible, les différences d'amplitude et d'allure générale des tracés tiennent aux différences de réglage de la tension du fil et des coins métalliques, pôles du champ électrostatique — ainsi que, naturellement, aux différences d'intensité de la réception et d'allure de l'expédition.

Les deux premiers fragments font partie de radiotélégrammes météorologiques d'ordre général transmis par la Tour Eiffel à 10 h. 50 m. (après les signaux horaires de jour). On lit sur les fragments enregistrés le mot : « Islande » sur le premier, et sur le second les six chiffres résumant les renseignements météorologiques relatifs à une des stations (1). Ces deux radiotélégrammes sont transmis par *étincelles rares*.

Le troisième fragment appartient à une communica-

(1) Ce radiotélégramme se lit : Baromètre 758 mm. ; vent ENE, 1 à 2 m. à la seconde ; mer peu agitée.

tion du service de la marine. Rappelons qu'un service régulier de correspondance radiotélégraphique a lieu à 20 h. entre la Tour Eiffel et les postes côtiers de France, ainsi que les postes militaires de Tunisie et du Maroc.

On lit sur le troisième fragment les abréviations suivantes : « Tn Tn Tn de FL FL K ». Tn c'est l'*indicatif* ou nom radiotélégraphique de Toulon ; FL, nous le savons, celui de la Tour Eiffel. Les noms propres sont répétés une deuxième et même une troisième fois. La lettre *k* — · —, en tant qu'abréviation de service, signifie : *invitation à transmettre*. Le radiotélégramme est donc ainsi conçu : « Toulon *(ter)* |communication| de Eiffel *(bis)* : *invitation à transmettre* ».

Les trois enregistrements que nous venons d'interpréter, ont été faits par le P. Wulf à Fauquemont (Hollande), c'est-à-dire à une distance d'environ 350 kilomètres de Paris poste transmetteur.

Enregistrement photographique de l'heure locale. — Les tops horaires et les battements rythmés radiotélégraphiques seront enregistrés comme les radiotélégrammes ordinaires. Mais comment amener sur le même graphique les secondes de l'horloge astronomique à comparer avec ces signaux?

Le P. Wulf a imaginé, en 1905, à l'occasion de l'éclipse totale de soleil, un procédé très élégant qui s'appliquait de lui-même au cas présent.

Il s'agissait, en 1905, d'enregistrer automatiquement et avec une grande précision les instants des deuxième et troisième contacts de l'éclipse, c'est-à-dire, du commencement et de la fin de la totalité, et cela par l'intermédiaire des variations de résistance du sélénium. Le détail de la méthode du P. Wulf et les résultats obtenus à Tortosa (Espagne), le 30 août 1905, sont décrits dans un mémoire publié dans les Annales

DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. XXX, 2e partie, et en allemand, dans la PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT, VI, pp. 838-847, 1905.

La variation de résistance du sélénium s'enregistrait à l'aide d'un galvanomètre d'Einthoven à fil de quartz argenté. Si à ce galvanomètre on substitue l'électromètre unifilaire à fil de quartz métallisé, connecté comme nous l'avons expliqué tout à l'heure, l'agencement général des appareils d'enregistrement, adopté à Tortosa, est identique à celui dont nous avons besoin ici.

La figure 4 reproduit cet agencement en coupe horizontale. *Cr* est le chronographe à mouvement d'hor-

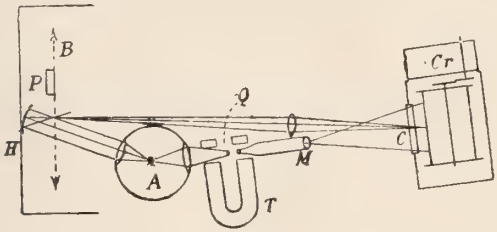


FIG. 4. — Montage d'ensemble de l'enregistrement.

logerie, entraînant la bande sensible à travers le foyer de la lentille cylindrique C. T est l'aimant en fer à cheval créant le champ magnétique (horizontal) dans lequel le fil de quartz argenté Q (vertical) se déplace quand un courant vient à y passer. T et Q constituent les parties essentielles du galvanomètre d'Einthoven sur lequel nous aurons à revenir plus loin (pp. 153 sqq.). Dans les extrémités polaires de cet aimant deux fenêtres sont percées. Par celle de droite arrive le faisceau lumineux issu de la source A et concentré par une lentille pour éclairer vivement le champ du microscope M de

projection (1). Sur ce champ se détache en noir le fil de quartz dont l'image est projetée par le microscope M sur le film mobile à travers la lentille cylindrique C. Comme nous l'avons dit, dans le montage actuellement en question, le galvanomètre d'Einthoven cède sa place à l'électromètre. Le fil électrométrique se substitue au fil Q. Microscope etc., tout le reste subsiste.

Nous revenons à l'enregistrement du temps. H sur le cliché représente la caisse de l'horloge astronomique à comparer. Dans le fond de cette caisse, derrière la tige du pendule P, supposé immobile, si l'on veut, est fixé un petit miroir concave (voisin de la lettre H). A la tige même on attache une lamelle d'aluminium B noircie. La même source A, qui éclaire le champ du microscope, envoie également un faisceau de lumière sur le petit miroir qui la concentre en un foyer *très petit*. Source et miroir sont disposés de telle sorte que ce foyer se forme au voisinage du bord de la lamelle, le pendule étant au repos. De la sorte, dans le mouvement du pendule, la lamelle coupera le faisceau lumineux *au foyer* à l'instant de son passage dans la position d'équilibre (vitesse maximum) — ou à peu près. Cette imprécision est sans conséquence, comme on va le dire.

Le faisceau réfléchi par le miroir est repris par une lentille — ou un système de lentilles — et dirigé vers l'appareil enregistreur sur le film duquel il forme une image ponctuelle ; sur ce film *mobile* se marquera donc une série de traits — noirs après développement — et parallèles au mouvement ; des intervalles séparent ces traits et correspondent aux époques d'occultation du foyer lumineux par la lamelle.

La marche de l'horloge est dès lors enregistrée avec précision. En effet le commencement d'un trait corres-

(1) Nous avons décrit ci-dessus un meilleur dispositif d'éclairage.

pond toujours au même instant précis de la période d'oscillation du pendule — de même, la fin des traits. Et, par suite, que l'occultation ait lieu en n'importe quelle position plus ou moins voisine de celle d'équilibre du pendule, le *milieu d'un trait* noir répondra toujours exactement à une des extrémités de l'oscillation pendulaire et le milieu de l'intervalle clair séparant deux traits noirs à l'autre extrémité.

Les *repères de comptage* s'établissent en occultant le foyer « chronométrique » avec la main à telles secondes connues et dont on prend note.

Nous nous rappelons que l'image ponctuelle, extrémité du style lumineux enregistrant le temps, est ramenée par la lentille cylindrique à un élément linéaire d'environ 0,3 mm. d'épaisseur. Un réglage préliminaire important consiste à superposer exactement cet élément linéaire sur la ligne focale qui contient déjà l'image, linéaire aussi mais noire, du fil électrométrique. La vérification de ce réglage se fait au moyen d'expositions très brèves sur diverses plages du film au repos. Il va sans dire qu'après développement, les apparences sont renversées ; avec un éclairage convenable, la ligne focale sera assez impressionnée pour que l'image du fil se détache nettement en blanc et celle du point « chronométrique », très lumineux, vient en noir très dense.

Deux mots encore sur le mouvement de la bande sensible. Nous savons comment on remédie à son déplacement latéral accidentel. Plus fréquemment l'entraînement longitudinal sera irrégulier, si le mouvement d'horlogerie n'est pas de construction soignée. On s'en aperçoit tout de suite à l'intensité variable de l'impression produite par la ligne focale. Cette impression donne le fond du photogramme sur lequel se détachent l'image blanche du fil et l'image noire de la seconde. A chaque ralentissement, à chaque hésitation

du mouvement d'horlogerie, l'impression est plus intense et le fond du photogramme est coupé par une ligne transversale plus sombre. Ce fond s'éclaircit au contraire quand le mouvement s'accélère. Ces variations sont particulièrement marquées sur les photogrammes relatifs aux essais de la deuxième méthode de comparaison (notamment pl. III, n° 7).

Il n'y a là qu'une imperfection sans importance aussi longtemps que la variation de la longueur de papier sensible déroulée à chaque seconde reste en dessous des limites de la précision cherchée. Si, par exemple, le papier est entraîné à la vitesse moyenne de 10 mm. par seconde, une variation de 0,5 mm. de la longueur de la seconde ne représentera que 0,05 sec. Il suffira d'accélérer la vitesse d'entraînement pour obtenir une précision plus grande. Du reste, un contrôle continu et très précis de cette vitesse est facile à imaginer. Un électrodiapason à miroir convenablement choisi le fournira ; il sera chargé de tracer sur le papier une sinusoïde lumineuse (noire après développement) qui divisera la seconde en telles fractions que l'on souhaitera.

A tout prendre, d'ailleurs, les variations de vitesse d'entraînement pourraient souvent n'être pas un défaut mais bien plutôt un avantage, et ce sera le cas lorsque ces variations, au lieu d'être désordonnées, consisteront en de petits à-coups réguliers, très rapprochés, répondant aux moments où les dents des engrenages — bien taillés — viennent en prise.

Il est inutile alors, bien au contraire, de chercher à modifier la chose. Les à-coups réguliers produisent sur le photogramme de nombreuses lignes transversales alternativement plus claires et plus sombres. Elles jouent le rôle d'ordonnées des tracés. Grâce à ces lignes, la détermination des points correspondants de la courbe électrométrique et des traits marquant le

temps est facilitée et rendue plus certaine — si, du moins, le réglage préliminaire indiqué ci-dessus a été fait avec précision.

(Dans les essais de la deuxième méthode de comparaison, la marche du chronographe était nettement désordonnée. Nous ne disposions que d'un matériel de fortune et le temps nous a manqué pour en corriger les défauts).

Tracés complets. — Nous en venons enfin à la lecture des tracés complets. On trouve sur la planche I aux n°s 4 et 5 deux tracés relatifs à la comparaison radiotélégraphique d'une horloge astronomique.

Le n° 4 donne une comparaison faite au moyen d'un signal isolé, un top. Ce top radiotélégraphique est précisément celui de 14 h. 49 m. 0 s., le jour de l'éclipse de soleil de cette année, 17 avril. On en reconnaît, tracé en blanc, le signal d'avertissement : — · · puis le top lui-même. Parmi les traits des secondes, en noir, il en est deux écourtés, l'un 0^s précédant le top, l'autre 10^s le suivant ; ce sont les repères de comptage de l'heure locale.

Le n° 5 est mieux réussi. C'est une comparaison par signaux rythmés. La mise au point est meilleure, l'image blanche du fil électrométrique obéissant aux tops successifs est plus voisine des traits des secondes, etc... Malheureusement, sur ce fragment, il n'y a pas de 60e battement lequel se reconnaîtrait à ce que, la 60e émission radiotélégraphique étant supprimée, les crochets du battement 59 et du battement 1 de la série consécutive sont à une distance double de la distance normale (voir pl. II, n° 1 et pl. III, n°s 7 et 8). Le point important à noter est que, *d'un côté, le départ de l'image du fil aux tops et, de l'autre, le début et la fin des traits des secondes sont marqués avec une*

netteté qui ne laisse rien à désirer. Les pointés peuvent être d'une extrême précision.

Avec une vitesse suffisante de déroulement du papier sensible, cette méthode paraît capable de répondre aux exigences les plus rigoureuses en fait d'exactitude.

Remarquons encore que, sur chacun des tracés chronographiques de ce genre, chaque battement, quel que soit son numéro d'ordre, peut être comparé à chaque seconde locale. Une seule série de signaux réguliers sera donc susceptible de fournir un ensemble de résultats d'une précision égale ou facilement supérieure à un nombre considérable de séances de battements observés au téléphone.

L'emploi de la pendule auxiliaire à période réglable pour les émissions rythmées deviendrait même superflu. La pendule à signaux de l'Observatoire, pendule envoyeur des tops radiotélégraphiques, pourrait être chargée elle-même de produire non plus seulement un signal isolé, mais des séries plus ou moins longues de signaux de période normale.

Une réception chronographique aurait encore l'avantage de constituer un document objectif et permanent sur lequel les mesures pourraient être renouvelées et contrôlées à loisir.

Autres applications. — Avant d'aller plus loin, signalons brièvement la possibilité d'appliquer cette méthode d'enregistrement du mouvement d'un pendule à un autre problème intéressant.

A une des séances de la Conférence internationale de l'Heure, M. Bigourdan, président du Bureau des Longitudes, a attiré l'attention sur l'utilité qu'il y aurait dans les Observatoires à comparer chacune des horloges à un même pendule oscillant librement dans le vide, dans un local mis avec soin à l'abri des variations de température. Et M. le général Bassot a signalé

qu'un service de ce genre existait à l'Observatoire de Nice et y donnait toute satisfaction.

Avec la méthode qui précède cette comparaison pourrait se faire photographiquement dans des conditions excellentes de précision. Sur une même bande sensible, le pendule libre et chacun des balanciers des horloges pourraient inscrire simultanément leurs marches. Fussent-ils même dans des locaux assez distants les uns des autres, des systèmes de lentilles et de prismes à réflexion totale faciles à combiner amèneraient chacun des faisceaux lumineux chronométriques sur un même enregistreur.

On pourrait ainsi réunir des documents d'une objectivité absolue dont l'ensemble formerait l'histoire détaillée des pendules de l'Observatoire.

Si les horloges des divers services de l'Observatoire commandent un même chronographe sur lequel se lisent les marches des pendules et les observations de passages, le pendule libre serait avantageusement installé dans une salle commune avec ce chronographe. Ce ne seraient plus alors les balanciers des horloges qui seraient chargés d'occulter un foyer chronométrique une seconde sur deux, mais de petits écrans légers fixés aux palettes du chronographe correspondant à chacun des balanciers. Toute l'installation optique étant ainsi condensée dans un même local, la comparaison simultanée des marches du pendule libre et de toutes les horloges serait grandement facilitée.

Autre point de vue. Si, comme nous inclinons à le croire, on trouvait avantageux de décharger les mécanismes des horloges des contacts électriques actionnant le chronographe, on pourrait remplacer ces contacts par un agencement optique qui remplirait parfaitement leur rôle sans troubler ni modifier le moins du monde l'oscillation des balanciers. Imaginons de nouveau dans la caisse des horloges le petit miroir sphérique qui

nous a servi tantôt. Il reçoit encore un faisceau lumineux d'une lampe Nernst, par exemple, de puissance convenable, concentré sur lui par un système de lentilles. Le foyer formé est périodiquement occulté par une lamelle portée par le balancier. Mais le faisceau divergent de ce foyer serait conduit cette fois, non plus vers un papier sensible, mais vers une pile au sélénium placée dans le circuit du chronographe. A l'apparition du foyer chronométrique, la résistance de la pile au sélénium baissant considérablement, la palette serait attirée par l'électro et lâchée à l'occultation.

La construction des piles au sélénium a été considérablement perfectionnée ces derniers temps, aussi bien au point de vue de la sensibilité qu'à celui de la correction de leur inertie. On obtiendrait sans doute de bons résultats en employant les modèles cylindriques renfermés dans une ampoule à vide et montés au foyer d'un miroir parabolique.

Deuxième méthode : Galvanométrique. — La méthode précédente résout complètement et élégamment le problème de la comparaison radiotélégraphique d'une horloge astronomique.

Mais il arrive souvent, par exemple, dans les déterminations de longitude de localités dépourvues d'Observatoires astronomiques, que le garde-temps à comparer soit un chronomètre. Nous avons pensé qu'une méthode un peu différente pourrait, dans ce cas, rendre des services.

L'électromètre unifilaire de Wulf pouvait être employé à cet effet. Mais nous ne l'avions pas sous la main et, du reste, le galvanomètre à corde d'Einthoven, *petit modèle à aimant permanent*, était également approprié (construit par Edelmann, Munich).

Ce galvanomètre n'est peut-être pas encore assez connu. Nous commencerons donc par le décrire avec quelque détail.

Galvanomètre à corde d'Einthoven. — Déjà nous avons fait allusion au principe de sa construction. Le modèle à aimants permanents que nous avons employé consiste en deux aimants en fer à cheval créant un champ relativement puissant dans lequel est tendu, perpendiculairement aux lignes de force, un fil conducteur très fin — une *corde*, dit-on, en traduisant littéralement l'expression allemande.

Quand un courant parcourt ce conducteur, celui-ci est entraîné, perpendiculairement aux lignes de force, dans un sens ou dans l'autre, d'après la règle connue sous le nom de *règle de la main gauche* et que nous nous permettons de rappeler : « Soient l'index et le pouce de la main gauche étendus normalement l'un à l'autre dans le plan de la paume et le médius normal à ce plan : si l'index est dirigé suivant les lignes de force et le médius dans la direction du courant, le pouce indique le sens dans lequel le fil est déplacé par le champ » (1).

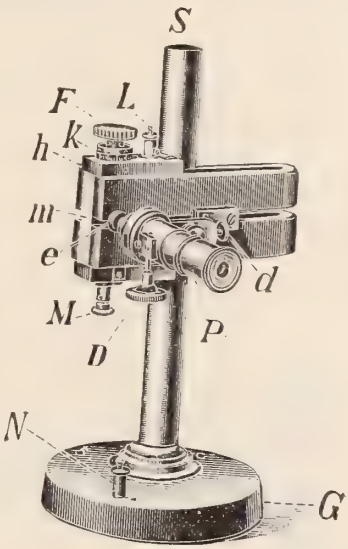


Fig. 5. — Galvanomètre à corde Edelmann, Munich

La fig. 5 représente le galvanomètre à corde à aimants permanents vu en perspective : la fig. 6 en est une coupe horizontale perpendiculaire au fil conducteur et la fig. 7 une coupe verticale suivant le fil conduc-

(1) Peut-être la règle s'exprime-t-elle plus commodément sous la forme suggérée par Schmidt-Ulm. : « Quand on place la paume de la main gauche de façon à repousser les lignes de force et l'index dans le sens du courant, le pouce indique le sens dans lequel le fil se déplace sous l'action du champ ».

teur. Nous devons ces figures, de même que les deux

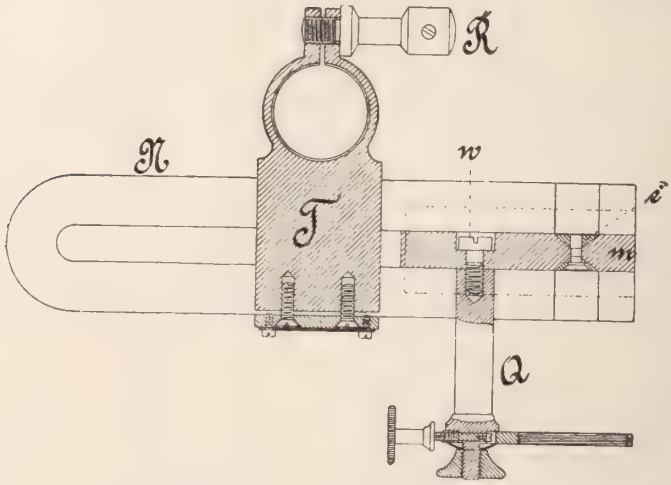


Fig. 6. — Galvanomètre à corde (coupe horizontale).

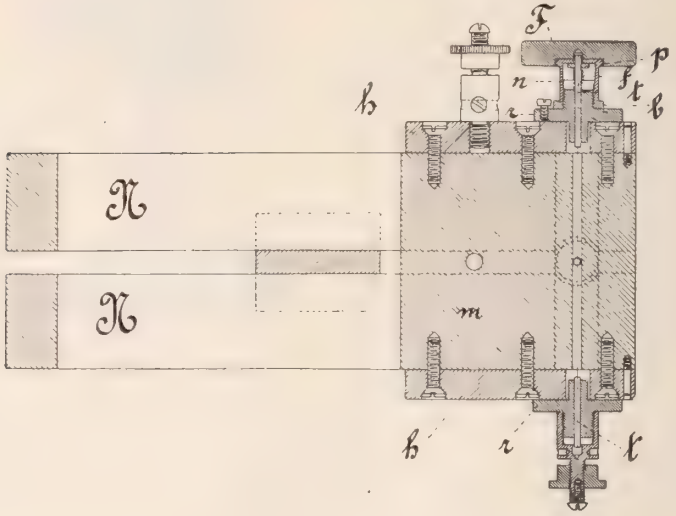


Fig. 7. — Galvanomètre à corde (coupe verticale).

suivantes (figg. 8 et 9) à la grande obligeance de la maison Edelmann, père et fils.

Sur les trois figures 5, 6 et 7 les mêmes lettres désignent les mêmes pièces.

Dans l'espace interpolaire se trouve une lame épaisse *m* en laiton dans laquelle sont taillées deux rainures en coin (fig. 6), où se logent les pièces polaires en fer doux. Aimants et pièces polaires sont percés de deux fenêtres permettant, à l'aide d'un microscope, l'observation directe du fil galvanométrique ou bien sa projection. Sur les pièces isolantes *h* se trouvent les bornes L et M (Fig. 5).

La tension du conducteur filiforme et, par suite, la sensibilité de l'appareil et la rapidité de ses indications se règlent au moyen du bouton molleté isolant F. Voici les détails les plus importants de cette partie essentielle de la construction. Le bouton F entraîne un écrou *n*, en forme de chapeau, mobile sur la pièce filetée *r* : si l'écrou se déplace vers le haut, le fil, obéissant à un ressort, se tend ; le mouvement en sens contraire relâche le fil. En effet, ce fil très fin est soudé à chacune de ses extrémités à une tigelle *t*. Celle d'en-dessous est fixe. Celle d'en haut porte un petit plateau *p*, qu'un ressort à boudin *f*, s'appuyant par dessous sur la pièce *r*, repousse contre la partie supérieure de l'écrou *n* à chapeau. On a donc bien les deux effets voulus : mouvement de l'écrou *n* vers le haut, tension du fil par le ressort ; mouvement vers le bas, écrasement du ressort et relâchement du fil.

Sur le pourtour extérieur de *r* est gravée une division K ; un repère sur l'écrou *n* permet de préciser le degré de tension actuel du fil (Fig. 5). Une vis, invisible sur les figures, limite le mouvement de l'écrou *n* vers le haut afin d'empêcher qu'en tendant le fil d'une façon excessive, on ne s'expose à le briser.

Ce fil est en effet d'une minceur extrême. Le nôtre, en or, avait 5 microns (= 0,005 mm.). Sa longueur

était de 65 mm. ; sa résistance électrique de 150 ohms environ.

L'anneau R (fig. 6) sert à fixer le galvanomètre sur la tige S (fig. 5) à la hauteur voulue.

N (fig. 5) est une borne dont la mise à la terre protège le fil contre certains effets électrostatiques perturbateurs.

Sans augmenter bien sensiblement les frais d'installation, on pourrait acquérir un galvanomètre bien meilleur que celui que nous avons employé. Nous ne voulons point parler du gros galvanomètre à corde. Outre que son prix est beaucoup plus élevé, son réglage est notablement plus délicat et il ne pourrait guère convenir qu'à une installation fixe. Nous faisons allusion à cet autre modèle, à peine plus encombrant que le nôtre : le petit galvanomètre d'Einthoven *à électro-aimant*, construit également par Edelmann (fig. 8).

Cet appareil plus parfait conviendrait partout où l'on pourrait disposer de la faible énergie électrique nécessaire à l'excitation du petit électro-aimant (4,2 ampères sous 8 volts). Son champ magnétique a une intensité considérable : de 8000 à 10000 unités C. G. S.

Les équipages à fil des deux petits modèles — à aimants permanents et à électro-aimants — sont interchangeables.

L'optique du microscope varie suivant que l'on veut observer le fil directement ou par projection et suivant le grossissement à obtenir. Pour la projection, il est commode de se servir de l'oculaire spécial de Zeiss.

Récemment un modèle de support a été créé qui permet d'employer les microscopes que l'on possèderait déjà (fig. 9). Cet agencement est, du reste, beaucoup plus pratique que le type primitif surtout pour la projection. Nous avons adopté une disposition équivalente.

Tous nos essais ont été faits avec un objectif A et un oculaire ordinaire n° 2 de Zeiss de construction déjà

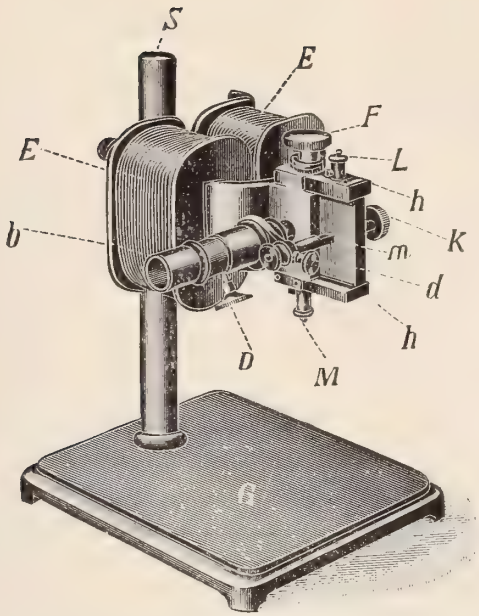


Fig. 8. — Galvanomètre à corde à électro-aimant. Edelmann, Munich.

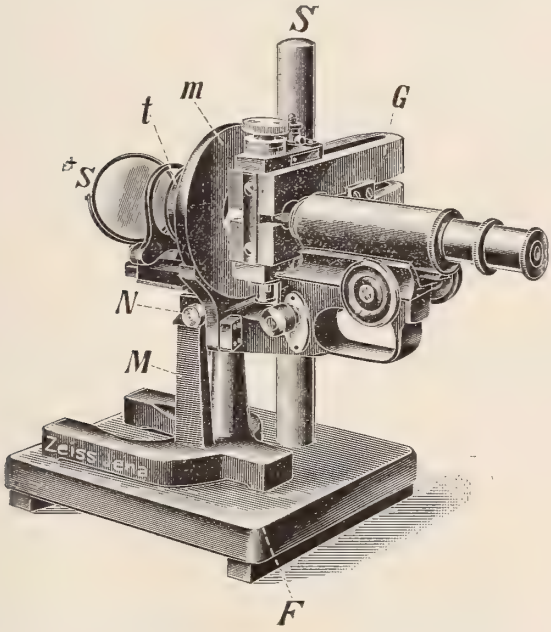


Fig. 9. — Galvanomètre à corde avec microscope indépendant.
Edelmann, Munich.

ancienne. C'est dire qu'il sera facile d'obtenir beaucoup mieux.

Eclairage. — Au sujet de l'éclairage, rappelons-nous ce qui a été exposé à propos de l'électromètre unifilaire du P. Wulf. Tout cela s'applique ici mot pour mot. De part et d'autre, en effet, le problème est identique : projeter, sur la fente d'un enregistreur, l'image d'un fil de quelques microns d'épaisseur.

En fait, nous avons employé tantôt une lampe Nernst de 220 volts, 1 ampère, tantôt un petit arc de 2 à 3 ampères (lampe de Classen à crayons rectangulaires). Le microscope était muni de son condenseur, mais son ouverture était réduite au moyen du diaphragme-iris à 6 ou 7 mm.

Il semble que le fil d'or, sous cette épaisseur si faible de quelques microns, n'ait pas l'opacité désirable. De là l'opposition moins marquée dans les tracés obtenus par la méthode galvanométrique. Nous dirons dans quelles conditions on pourrait employer un fil de quartz argenté qui donnerait de meilleures images.

Enregistreur. — Ici encore rien de nouveau. L'enregistreur était du même genre que celui employé par le P. Wulf.

Montage du galvanomètre dans le circuit du récepteur radiotélégraphique. — Nous avons utilisé le détecteur électrolytique et surtout celui à cristaux de sulfure de plomb artificiel (sans pile) et, comme montages, ordinairement l'oudin, parfois, avec le sulfure, le montage direct. *Dans tous les cas,* le galvanomètre plus une résistance réglable de 10 000 ohms (1) était en parallèle

(1) Cette résistance, aussi bien que celles du potentiomètre, est, tout simplement, de ce modèle à bon marché que Krüss (Hambourg) construit pour les manipulations d'élèves. Il en existe 14 types d'un module plus grand et

avec les écouteurs (2 téléphones en série 2×4000 ohms). Nous avons reconnu que chacun de ces montages, chacun de ces détecteurs était susceptible de donner de bons résultats.

L'important est le réglage de la tension du fil, lequel, sans présenter de vraie difficulté, demande peut-être un peu d'habitude.

On ne pourra généralement parfaire ce réglage qu'à l'aide des signaux avertisseurs. Encore faut-il que ces signaux soient de même intensité que les signaux horaires à enregistrer. Ainsi le réglage fait sur les *appels* précédant les battements F L donnerait pour ceux-ci une amplitude trop faible d'élongation du fil. A ce point de vue, dans les envois de signaux rythmés faits par F L du mois d'avril au mois d'octobre de cette année, à 21 h. 15 m., les deux minutes de 21 h. 17 m. à 21 h. 19 m., employées au *réglage de l'émission*, étaient précieuses pour le réglage définitif de l'enregistrement.

L'image du fil galvanométrique, amenée au milieu du petit écran qui se trouve au-dessus de la chambre, se projette également sur la bandelette graduée voisine de la fente. L'opérateur se guidera sur cette partie centrale de l'image pour régler l'élongation. Il dispose à cet effet non seulement de la tension du fil mais encore de la résistance introduite dans l'arc galvanométrique.

Nous nous sommes finalement arrêtés à l'emploi exclusif du détecteur à sulfure. En effet, quand on se sert de l'électrolytique, on est amené à donner au fil galvanométrique une tension notable et, dans ces conditions, les ondes reçues le font vibrer rapidement ; il disparaît complètement ou presque sur le tracé, ce qui

autant d'un plus petit. Les grands modules vont de 1 ohms à 25 000 ohms. Les plus petits de 1,8 à 12 000. Et le prix varie entre 2 et 5 frs au maximum. La résistance se règle par curseur. Pour l'emploi en potentiomètre, le modèle demande à être transformé d'une façon insignifiante : un contact doit être modifié.

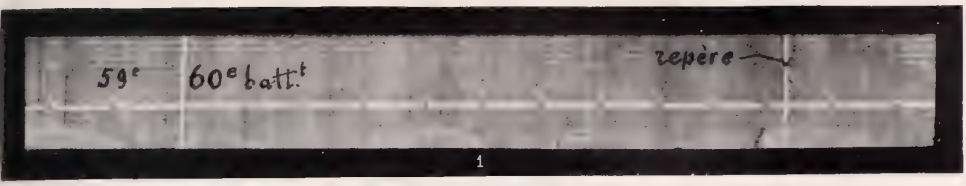
donne, aux télégrammes du moins, un aspect moins agréable, moins clair (Pl. II, n° 7 et Pl. III, n° 4). Avec le sulfure, au contraire, on peut relâcher beaucoup le fil. L'élongation prendra peut-être des proportions excessives ; on les réduit en augmentant la résistance de l'arc galvanométrique. Ceci, du reste, présente un avantage : on peut suivre les signaux aux écouteurs téléphoniques, même s'ils sont à grande résistance, en même temps qu'on les enregistre.

En fait, on conserve toujours plusieurs milliers d'ohms en circuit dans l'arc galvanométrique. Et c'est ce qui porte à croire que le fil de quartz, malgré sa grande résistance, 7000 ohms, pourrait servir, aussi bien que le fil d'or, à l'enregistrement, d'autant que, du reste, le fil de quartz, sous tension fort diminuée, donne à l'appareil une sensibilité beaucoup plus grande que le fil d'or.

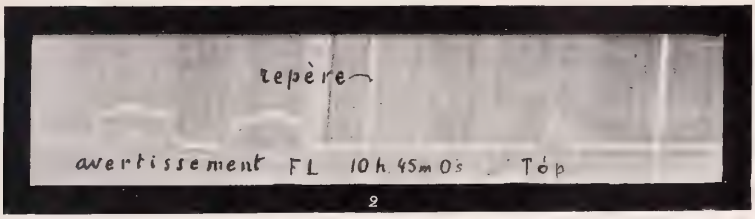
Radiotélégrammes. — On trouve sur la Pl. II, n°s 1 à 7 et sur la Pl. III, n°s 1 et 2, divers fragments de radiotélégrammes obtenus par la méthode galvanométrique avec un récepteur à cristaux de sulfure artificiel. Toutes choses égales d'ailleurs, les différences d'allure des tracés tiennent au réglage du fil et de la résistance de l'arc dérivé comprenant le galvanomètre.

Le n° 1 (Pl. II) est un enregistrement de signaux rythmés FL. A chaque signal, le fil galvanométrique est projeté hors de sa position d'équilibre (vers le haut sur la figure ; en réalité, à gauche ou à droite, le fil galvanométrique étant vertical). Il revient plus ou moins rapidement à cette position.

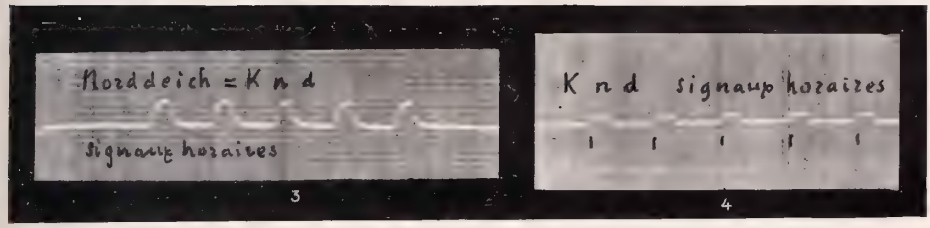
Ici encore, le fait important à noter est que, *grâce à sa sensibilité et à son inertie quasi nulle, le fil obéit immédiatement et brusquement à l'onde hertzienne : sa trace sur le photogramme est franchement coupée* — une extrême précision est assurée aux pointés.


59e 60e battt
repère

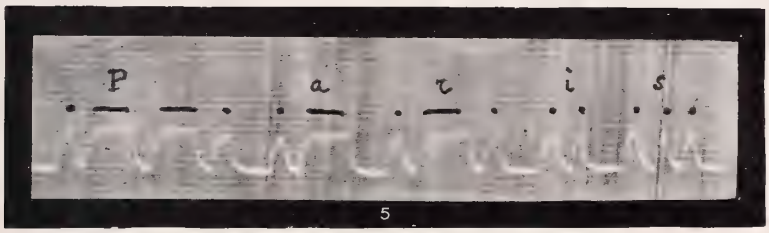
1


repère
avertissement FL 10h 45m 0s Top

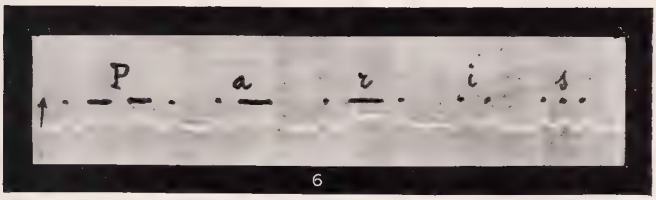
2


Norddeich = K n d
signaux horaires
K n d signaux horaires

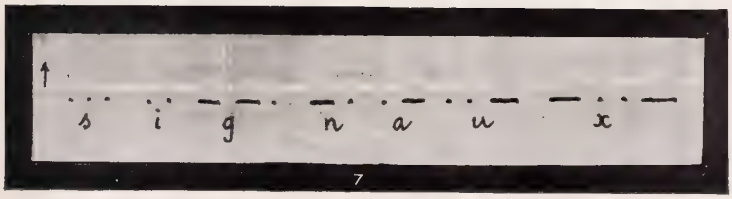
3 4


P a r i s

5


P a r i s

6


s i g n a u x

7

Les lignes blanches transversales sont les repères de comptage pour l'heure locale. On les produit en coupant le faisceau lumineux de projection en avant de l'oculaire. Une de ces lignes tombe précisément sur le 60e battement — omis à l'émission. En effet la distance entre les deux crochets consécutifs est double à cet endroit de la distance normale. (Ce photogramme était destiné à une comparaison du chronomètre local avec l'heure de Paris par le moyen des battements. Par distraction, une clef est restée ouverte et la 1/2 seconde n'a pas été inscrite. — Namur-Paris : 120 km. env.).

Le n° 2 représente l'enregistrement d'un *top* horaire de 10 h. 45 m. également avec les seuls repères de comptage de l'heure locale. On voit, avant le premier repère, le dernier signal avertisseur : — . Ce signal a été reçu avec fil trop lâche.

Les nos 3 et 4 donnent l'un et l'autre une série de cinq signaux horaires espacés chacun d'une seconde émis par Norddeich. Le n° 4 — fil plus tendu — est sans doute le meilleur. (Namur-Norddeich : 380 km. env.).

Les nos 5, 6 et 7 sont des fragments de l'annonce connue : « Paris Observatoire — signaux horaires ».

Le n° 5 « Paris » a été enregistré avec fil trop lâche ; le n° 6 vaut mieux. Et enfin pour le n° 7 « signaux » la tension a été exagérée. Le fil dévié par les trains d'ondes a *vibré* en dehors de sa position d'équilibre et sa trace en ces points n'est plus guère visible. Ce sont donc les *lacunes* du tracé qui comptent ici.

Enfin le dernier radiotélégramme (Pl. III, n° 2) porte implicitement sa date. Ce sont deux mots du Journal transatlantique, expédié par Norddeich, le jour où le « chargé d'affaires Monténégrin » à Constantinople, a réclamé ses passeports — télégramme en langue allemande, naturellement : « [*Der*] Montenegrinische Geschäftsträge[*r*]... » Tension et amplitude de déviation du fil galvanométrique semblent ici assez conve-

nablement choisies et, mieux encore, dans le spécimen voisin, n° 1 « Ausfahren » (= partir, appareiller, etc.).

Nous ne nous imaginons pas avoir inauguré la réception des radiotélégrammes au moyen du galvanomètre d'Einthoven. Dès l'année passée, Clifden (Irlande), notamment, enregistrait de la sorte les radiotélégrammes transatlantiques transmis par Glace-Bay (Canada).

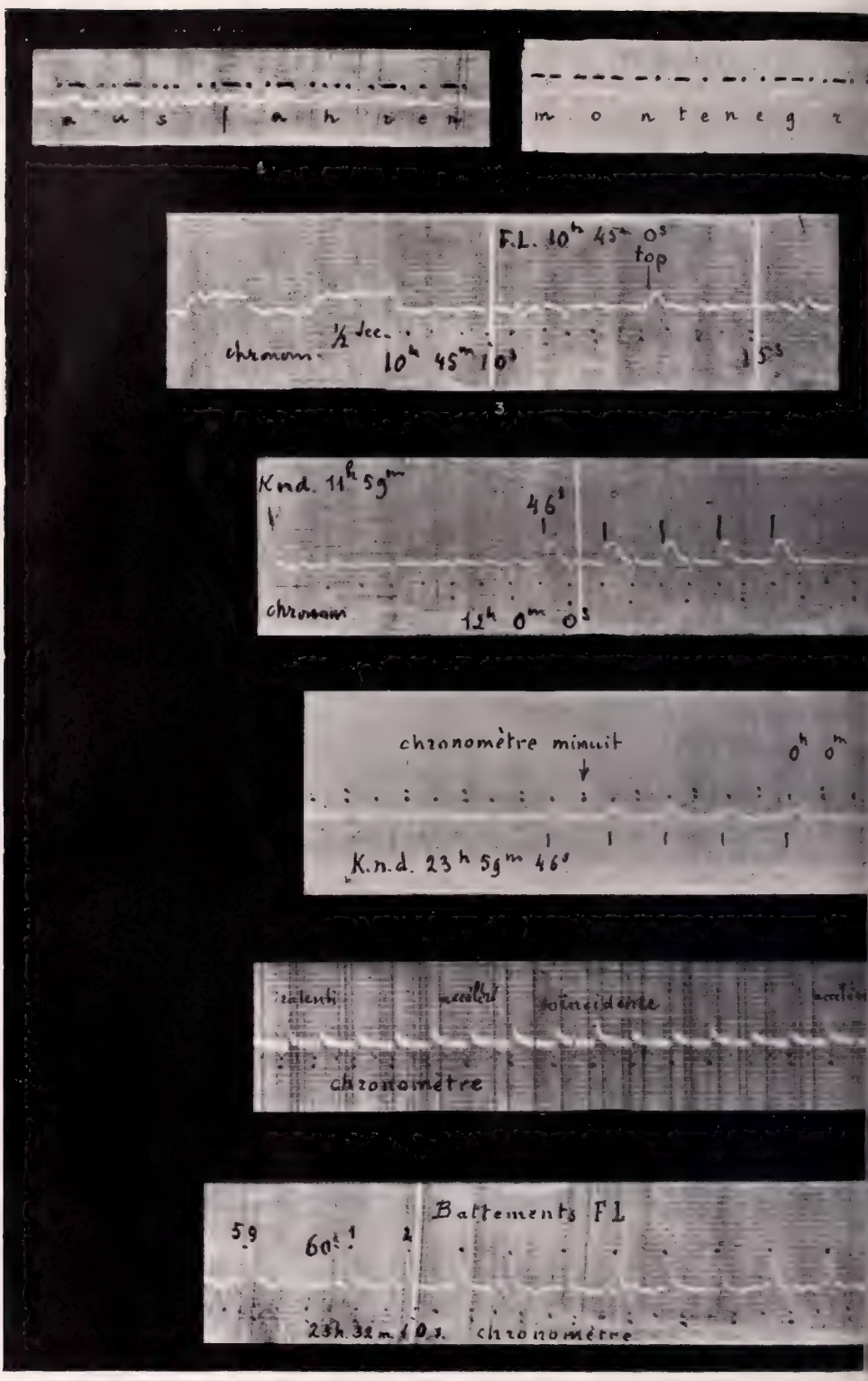
Nous avons simplement voulu montrer avec quelle facilité et à combien peu de frais on pouvait installer, fût-ce dans une station volante, un appareillage d'enregistrement permettant une comparaison, aussi précise que l'on veut, de chronomètres placés en des points compris dans la zone d'action d'une station radiotélégraphique émettant des signaux horaires convenables.

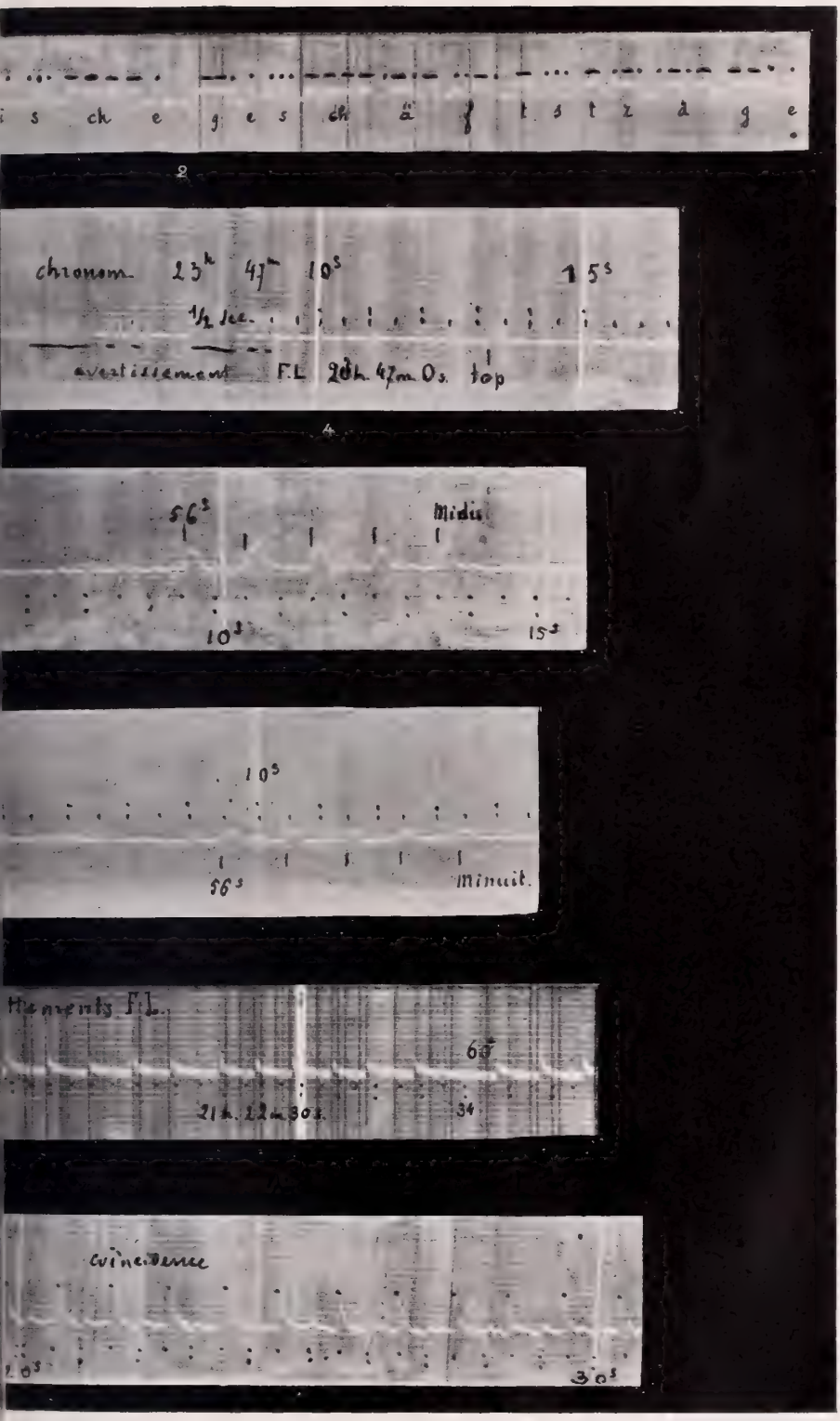
Sur un sol stable, le galvanomètre à corde avec sa lanterne à lampe Osram monté sur un pied solide de théodolite de campagne, une table solide pour le chronomètre, un chariot de du Bois-Reymond (voir p. 164) et l'appareil enregistreur, trois accumulateurs petit modèle (ou des piles sèches en nombre équivalent), un poste récepteur portatif — voilà tout (1).

Enregistrement photographique de l'heure locale. — On connaît la méthode, déjà rappelée ci-dessus, de MM. Claude et Driencourt pour la comparaison de pendules et de chronomètres placés en des lieux quelconques réunis par une ligne téléphonique et l'adaptation de cette méthode à la réception des signaux radiotélégraphiques.

Après ce qui précède, chacun a compris que, pour traduire les battements d'un chronomètre en déviations brusques du fil galvanométrique, il suffit de monter

(1) Il est pratique d'avoir pour le galvanomètre un support indépendant de celui des autres appareils, car le moindre ébranlement, (par exemple, à la mise en marche de l'enregistreur), fait vibrer le fil et dépare la courbe enregistrée.


a u s
a h r e n
m o n t e n e g r
F.L. 10h 45m 0s
top
½ sec.
chronom. 10h 45m 10s
15s
3
Knd. 11h 59m
46s
chronom. 12h 0m 0s
chronomètre minuit
0h 0m
K.n.d. 23h 59m 46s
ralenti
accéléré
coïncidence
chronomètre
Battements FL
59
60s 1
2
23h 32m 10s chronomètre


s ch e g e s ch ä f t s t z à g e
2
chronom. 23h 47m 10s 15s
1/2 sec.
avertissement F.L. 20h 47m 0s top
4
56s Midi
10s 15s
10s
56s minuit.
Mouvements F.L.
6
21h. 22m 30s. 34
coincidence
10s 30s

celui-ci en récepteur dans un circuit microphonique. Un microphone convenablement choisi est donc placé sur la glace du chronomètre. Il est monté avec une pile dans le circuit primaire d'une bobine d'induction de poste téléphonique. Dans le secondaire se trouvent le galvanomètre à corde et sa résistance de réglage.

Nous avons employé uniquement le microphone Lorenz à granules. Nous le placions sur la glace du chronomètre, cornet en bas. Généralement, on obtient au galvanomètre des déviations d'amplitude exagérée. On les réduit en intercalant dans le primaire une résistance de quelques centaines d'ohms réglable par curseur.

Et pour superposer sur le même fil galvanométrique les signaux radiotélégraphiques et les battements du chronomètre, il n'y a plus qu'à connecter aux bornes du galvanomètre les points du poste radiotélégraphique où se trouve déjà le téléphone. Si ce dernier est de résistance appropriée, on suivra — au prix de quelques légers réglages, au besoin — les battements du chronomètre et les signaux radiotélégraphiques à l'oreille, en même temps qu'on les observera sur le fil galvanométrique.

En résumé, tout se réduit à mettre le galvanomètre à corde en parallèle aux bornes du téléphone dans le montage d'ensemble d'un poste récepteur indiqué fig. 18 dans la brochure du Bureau des Longitudes, p. 33 : *Réception des signaux radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel*, Chap. III, *Comparaisons précises à distance*. C'est donc aux points b_1, b_2 de cette fig. 18, qu'il faut connecter le galvanomètre à corde.

Le téléphone E peut rester en circuit ainsi qu'il vient d'être dit. Seulement, pour obtenir des enregistrements soignés, on se gardera de donner au téléphone aucun mouvement quelque peu brusque : car le déplacement mécanique de la plaque vibrante devant les pôles

d'aimant du téléphone produirait un courant d'induction qui, se superposant lui aussi sur le fil, troublerait d'une façon plus ou moins marquée le tracé photographique. De même, tout bruit malencontreux qui serait « entendu » par le microphone irait se dessiner à sa façon sur le papier sensible.

A ce premier montage, nous avons substitué de préférence cet autre indiqué lui aussi, équivalemment, dans la brochure citée et qui consiste à remplacer la bobine d'induction à enroulements fixes par le modèle couramment employé dans les laboratoires de physiologie sous le nom de chariot de du Bois-Reymond. La seule différence, à peine digne d'être signalée, entre la fig. 19 de la brochure citée (*ibidem*, p. 35) et le montage dont nous parlons, c'est que, sur la figure, la partie supposée mobile se compose du primaire avec son noyau, tandis que dans le chariot de du Bois-Reymond le primaire et le noyau sont fixes et le secondaire mobile. Ce secondaire, habituellement, porte un index précisant sur une règle millimétrée la position de la bobine. Cela donne une certaine facilité dans les réglages.

L'intensité du courant induit envoyé dans le fil galvanométrique par le battement du chronomètre et, par suite, l'amplitude de la déflexion du fil, dépendent dans le premier montage, de la résistance en circuit, dans le second de l'enfoncement du primaire dans le secondaire, — sans oublier que la position du microphone sur le chronomètre a aussi son importance. Pour le réglage du tracé on dispose, en outre, comme toujours, de la tension du fil galvanométrique et du rhéostat en circuit avec lui.

Tracés complets. — Le chronomètre employé dans nos essais battait la 1/2 seconde. En général, on a eu soin de diriger les déviations chronométriques en

sens contraire des déviations radiotélégraphiques. Elles se distinguent ainsi plus nettement les unes des autres, surtout au voisinage des coïncidences. Sur les tracés ci-joints, des points : . : . : . :, doublés aux secondes entières, signalent les crochets marqués par les 1 2 secondes du chronomètre.

Dans la plupart des cas, l'induction produite par les battements du chronomètre a été imparfaitement réglée. Elle ébranlait un peu trop énergiquement le fil galvanométrique dont l'oscillation, par le fait, n'était pas immédiatement amortie. Sous ce rapport, le réglage a été plus heureux dans la réception du signal horaire de 23 m. 47, où, d'autre part, le fil disparaissait pendant la réception radiotélégraphique (cfr. radiotélégr. pl. II, n° 7). Seulement, cette disparition qui peut être déplaisante dans la lecture d'un radiotélégramme, n'a plus d'inconvénient dans la réception d'un signal horaire.

De même, tension du fil, élongation de la déflexion et intensité de l'induction semblent assez bien choisies dans la réception des signaux horaires de Norddeich n. 6. Mais l'éclairage, en revanche, était un peu faible et l'ensemble du tracé manque d'opposition.

Quant aux signaux rythmés FL, le premier des tracés (pl. III, n° 7) a été reçu à l'électrolytique. L'éclairage ici était trop intense, ce qui fait ressortir d'une façon désagréable les irrégularités du mouvement d'horlogerie entraînant le papier sensible. De là, ces lignes transversales, déjà signalées à plusieurs reprises, et qui, ici, embarrassent quelque peu la détermination des *battements du chronomètre*. On les retrouve pourtant aux endroits signalés par des points. Ceux-ci, naturellement, sont plus serrés dans les régions marquées de plus nombreuses raies sombres et, par suite, entraînées à moindre vitesse, plus espacés, au contraire, aux parties plus pâles.

Nous avons numéroté le 60e battement radiographique omis et facilement reconnaissable au repos, deux fois plus long qu'ailleurs, du fil galvanométrique. D'autre part, les traits blancs transversaux marquent les *repères de comptage* pour le chronomètre local.

Une inspection un peu attentive du graphique découvre sans peine les *battements en coïncidence*. Nous les avons marqués sur les tracés. On observera qu'avant la coïncidence, la 1/2 seconde paire découpe dans l'image du fil, avant le crochet du battement radiotélégraphique un segment qui, à chaque battement ultérieur, va en diminuant — pourvu toutefois que l'on tienne compte des irrégularités dans l'entraînement du papier. Aux battements marqués « coïncidence » le segment est réduit à zéro : la 1/2 seconde paire coïncide avec le battement radiotélégraphique. Après la coïncidence, phénomène inverse. Le décalage de la 1/2 seconde paire se reproduit ; elle arrive en retard et on voit son battement supprimer d'abord la pointe du crochet radiotélégraphique, puis l'entamer de plus en plus profondément et enfin la trancher franchement. Sur un tracé bien réussi, on déterminerait sans aucune hésitation le battement le plus exactement en coïncidence avec la 1/2 seconde.

Mêmes remarques à l'égard du second enregistrement de battements FL. (Tracé n° 8 : détecteur à sulfure de plomb artificiel ; fil trop lâche ; induction trop forte). Avant la coïncidence, on retrouve le segment coupé qui va en diminuant et, après la coïncidence, la pointe du crochet radiotélégraphique d'abord supprimée, puis nettement coupée.

Il va sans dire que cette même méthode s'applique à une horloge astronomique ou à un chronographe, et, en général, à tous les cas où la comparaison peut s'effectuer par la méthode téléphonique. La brochure *Réception des signaux radiotélégraphiques* du Bureau

des Longitudes expose la chose en détail relativement à la méthode téléphonique (pp. 36 et suiv., figg. 20 et 21). Nous n'aurions qu'à transcrire ces pages ici — avec cette seule ajoute que pour l'enregistrement photographique, il suffit de mettre le galvanomètre à corde en parallèle avec le téléphone. Même remarque pour les méthodes si élégantes et si précises imaginées, par M. le Commandant Ferrié, pour la mesure des petits intervalles de temps (Ann. Bureau Longit., 1913, *loc. cit.*, pp. 26 et suiv.).

En un mot, *tout ce que le téléphone permet d'entendre, le galvanomètre à corde (et l'électromètre unifilaire de Wulf) est susceptible de l'enregistrer*, transformant ainsi une observation personnelle et fugitive d'un seul fait, la coïncidence, en un document riche d'indications, objectif et permanent.

Une petite remarque de détail. Ci-dessus comme contrôle de la régularité du déroulement de la bande sensible et au besoin, comme repères de correction, on a suggéré le tracé d'une sinusoïde au moyen d'un électrodiapason à miroir. Nous ne doutons pas que le fil galvanométrique ne puisse être employé à inscrire cette sinusoïde, conjointement avec le temps local et les signaux horaires. Le mouvement oscillatoire d'un électrodiapason lui serait transmis par induction. Sans avoir tenté l'expérience, nous sommes convaincus de sa réussite, simple question de bonne mise au point et de réglage soigné. Avec une vitesse de déroulement suffisante et un fil — de quartz — plutôt tendu, on obtiendrait un photogramme facile à débrouiller en dépit de son apparente complexité.

Un autre procédé, évidemment approprié, consisterait à employer un type de galvanomètre *à double fil*, créé par Edelmann, pour enregistrer parallèlement, par exemple, la différence de potentiel et l'intensité,

spécialement en haute fréquence, etc. (type n° 1550). Un des deux fils serait utilisé comme ci-dessus pour enregistrer signaux horaires et temps local. Le second, actionné par un diapason, inscrirait exclusivement la sinusoïde de contrôle.

Pour le problème qui nous occupait en dernier lieu — comparaison précise des chronomètres et des pendules au moyen des signaux radiotélégraphiques, par la méthode galvanométrique les enregistrements Norddeich (pl. III) n°s 5 et 6 et signaux rythmés de FL n°s 7 et 8 sont les plus intéressants. A coup sûr, il ne peut pas être question d'exécuter sur des tracés aussi irréguliers, les multiples mesures entre signaux radiographiques et temps local que nous avons indiquées. Nous nous permettons de le répéter, ce ne sont ici que de modestes essais. Tels qu'ils sont ils permettent, pensons-nous, de voir la précision presque illimitée qu'un bon mouvement d'horlogerie et un meilleur doigté dans le réglage du galvanomètre permettraient d'atteindre avec cette méthode si simple de comparaison de chronomètres et de pendules par l'intermédiaire des signaux radiotélégraphiques.

J. D. Lucas, S. J.

LA MÉCANIQUE DE LA LOCOMOTION ANIMALE

I

Je me propose, dans cet article, de donner, en y ajoutant quelques réflexions personnelles, un aperçu de ce que nous savons sur le fonctionnement *mécanique* de la machine animale. Je décrirai spécialement les phénomènes de la locomotion humaine et discuterai, au point de vue des lois de la mécanique, les résultats des expériences réalisées. Le mécanisme de la locomotion humaine est mieux connu que celui de la locomotion des animaux, et pour cette raison, son étude peut servir de base à l'étude générale de la locomotion des êtres animés.

Personne n'ignore que quand les animaux marchent, courent ou grimpent, c'est par des contractions musculaires qu'ils font mouvoir et agir leurs membres. De plus, le corps de l'animal dans ses mouvements d'ensemble, et chacun de ses membres dans leurs mouvements relatifs par rapport au corps, restent toujours soumis aux lois de la pesanteur et aux diverses lois de l'inertie de la matière.

Ceci ne peut être mis en doute, mais ce qui est beaucoup moins défini, c'est la manière dont interviennent ces forces de pesanteur et d'inertie, en même temps que les diverses contractions musculaires, pour régler tous les détails de la locomotion. On s'est borné jusqu'à présent à déterminer dans quel sens agissent quelques-uns des principaux muscles aux diverses phases de la

marche, de la course ou du saut. Il y aurait pourtant intérêt scientifique, semble-t-il, à examiner de plus près les phénomènes dynamiques présentés par le moteur animé. En eux-mêmes, ils sont plus curieux que ceux de toutes nos machines.

Lorsque l'animal marche ou court, son corps conserve, grâce à la manière dont il prend ses points d'appui sur le sol en utilisant le frottement de celui-ci, grâce aussi à la coordination précise des efforts des différents muscles, un équilibre dans le mouvement qui est d'une stabilité remarquable. L'homme garde cet équilibre à la marche comme à la course. Si, par hasard, il vient à heurter du pied un obstacle, il exécute des mouvements désordonnés en apparence, mais qui ont pour effet de le remettre bientôt d'aplomb.

Il y a plus, on voit les gymnastes et les clowns faire des pirouettes et des sauts de toutes sortes, pour l'exécution desquels les contractions de nombreux muscles interviennent d'une manière parfaitement définie, utilisant les résistances du sol aux points d'appui des membres, comme aussi utilisant ou contrariant les effets des forces d'inertie de la matière.

A propos d'équilibre difficile à maintenir dans la locomotion, un sujet exercé en arrive assez aisément à des résultats presque surprenants. Rappelons seulement le cas du cycliste qui roule sans les mains et se maintient en selle malgré les aspérités de la route. Si la bicyclette s'incline, le cavalier qui n'a pas en main le guidon ne peut faire naître la force d'inertie qui tendrait à le redresser. Le fait qu'il réussit à se maintenir n'apparaît pas simple a priori ; il s'explique de la même manière que le phénomène du chat qui se retourne en l'air lorsque, tombant à la renverse de l'étage d'une maison sur le sol, cet animal trouve moyen d'arriver à terre sur ses pattes.

En résumé, le moteur animé réalise des cas d'équi-

libre dynamique remarquablement parfaits, et les centres nerveux qui président à la conservation de cet équilibre sont de tels régulateurs de sa stabilité qu'on ne pourra jamais les imiter.

Il serait même très difficile d'analyser dans tous leurs détails ces phénomènes de locomotion animale, et il n'y a pas lieu de le faire. Toutefois, on pourrait aisément et avec profit pousser plus loin qu'on ne l'a fait l'étude dynamique de la locomotion animale. La question du vol des oiseaux notamment n'est connue que d'une manière bien vague au point de vue mécanique ; et si l'on pouvait bien débrouiller le mécanisme du vol des oiseaux, que d'enseignements on y trouverait pour le perfectionnement de l'aéroplane !

Le mécanisme du vol des oiseaux diffère de celui de la locomotion animale terrestre surtout à cause de ce que les oiseaux prennent leurs points d'appui sur l'air, fluide qui se dérobe constamment sous leurs ailes, alors que les animaux terrestres ont sur le sol un point d'appui absolument ferme. Mais les contractions musculaires ont des caractères communs, et spécialement au point de vue de leurs effets dynamiques, chez les oiseaux, les animaux terrestres et même chez l'homme.

Au surplus, il y a d'intéressantes analogies à signaler entre la structure des membres de l'homme et celle des membres de l'oiseau. Marey cite d'anciens physiologistes qui avaient vu clairement l'homologie des squelettes, et dans l'un de ses ouvrages il présente en regard pour en montrer les similitudes, la figure d'un squelette humain et celle d'un squelette d'oiseau d'après Pierre Belon, physiologiste du XVIe siècle.

Les oiseaux conservent l'équilibre dynamique dans le vol aussi parfaitement que l'homme et les quadrupèdes terrestres dans la marche et dans la course. Les grands oiseaux en particulier planent horizontalement avec autant d'aisance qu'ils montent dans l'air ou

fondent de haut en bas sur leur proie. Au point de vue de la stabilité de vol, les aéroplanes dont la forme est rigide et l'angle d'attaque des ailes à peu près invariable ne possèdent, même dans le vol horizontal, qu'un champ d'équilibre assez limité. Si une oscillation trop considérable fait pencher l'appareil à droite ou à gauche, ou en avant, la limite d'équilibre peut être dépassée et alors il y a chute inévitable.

Mais laissons ces considérations générales sur l'équilibre dynamique de la locomotion des animaux. C'est la question de la locomotion des animaux terrestres, presque restreinte même à l'étude de la locomotion humaine, que je me propose d'exposer et de discuter dans ces quelques pages.

II

Depuis longtemps, divers physiologistes se sont préoccupés de faire l'analyse de la marche et de la course.

Borelli avait écrit sur le sujet en 1680; les frères Weber ont fait longtemps autorité en la matière, mais ils avaient borné leurs mesures expérimentales à la détermination de la longueur du pas, de l'écartement latéral des pieds et des angles que font avec la ligne médiane de marche les pieds en se posant sur le sol. Le physicien français Marey a eu le mérite d'exécuter le premier des expériences précises et importantes sur la locomotion. MM. Carlet et Démeny, ses élèves, ont continué et développé ses travaux.

Les expériences de Marey sur la locomotion humaine. – Ces expériences sont de deux sortes, les chronophotographies et les expériences dynamométriques.

Les chronophotographies renseignent d'une manière précise sur les mouvements du corps et des membres quand un homme marche ou court. Marey avait eu

l'idée de vêtir son sujet en blanc et de le faire marcher ou courir devant un fond noir. L'appareil servant à photographier le marcheur était muni d'un obturateur en forme de disque percé de nombreux trous près de la circonférence. Ces trous, lorsque le disque était en rotation, passaient successivement devant l'objectif et permettaient de faire, sur la même plaque, à des intervalles de temps égaux une série de photographies instantanées du sujet.

Quand l'allure de marche est lente ou que les photographies sont prises à des intervalles de temps trop courts, les images successives empiètent les unes sur les autres et il est difficile de bien interpréter l'épreuve.

Marey désirait obtenir un grand nombre d'images,

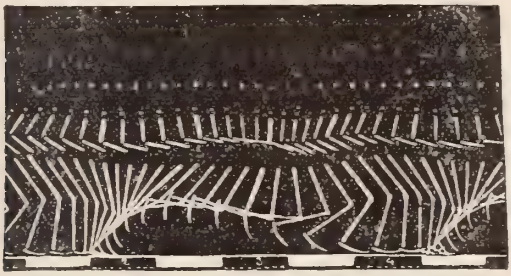


Fig. 1

très rapprochées l'une de l'autre. Pour y arriver il modifia l'habillement du marcheur. Celui-ci fut vêtu de noir de la tête aux pieds, et un galon brillant fut cousu sur l'étoffe noire le long du vêtement. Ce galon était placé latéralement du côté de l'appareil photographique, de manière à indiquer dans chaque épreuve la forme du corps et des membres. On pouvait prendre alors un grand nombre d'épreuves très rapprochées sans qu'il y ait confusion. Si le disque obturateur tourne assez vite, on aura des épreuves rapprochées, même d'un coureur. La figure 1, reproduite dans divers traités

de physiologie, représente la photographie d'un coureur prise avec le dispositif qu'on vient d'expliquer. Marey a appelé l'épreuve que représente la figure 1 : chronophotographie géométrique.

Marey a fait encore des recherches dynamométriques portant principalement sur la détermination des pressions des pieds sur le sol pendant la marche et la course. Pour ces mesures de pression, il employait sa chaussure exploratrice.

C'est une chaussure souple munie d'une épaisse semelle de caoutchouc contenant une petite cavité ménagée dans l'épaisseur du caoutchouc et placée généralement sous la pointe du pied. Quand la pointe du pied presse plus fort sur le sol, la semelle se raplatit et le volume de la cavité diminue. Cette diminution est aisément enregistrée par le stylet d'un tambour à levier de Marey communiquant avec la cavité par un tube de caoutchouc.

Basé sur le même principe, Marey a construit aussi une plateforme servant à indiquer les variations de la pression du pied sur le sol quand un sauteur s'élance.

De toutes ces expériences, on peut tirer de précieuses indications relativement aux mécanismes de la marche, de la course et du saut. Mais pour interpréter convenablement les résultats des expériences, il est nécessaire de bien connaître les caractères dynamiques de la contraction musculaire. Nous allons nous arrêter un instant sur cette question.

La contraction musculaire dans la mécanique de la marche. — La contraction musculaire est l'agent actif absolument essentiel de la locomotion. C'est elle qui nous fait remuer nos membres et les rend aussi agents de propulsion. Elle opère toujours en faisant tourner l'un par rapport à l'autre, deux os, dont la connexion forme une articulation. Les mouvements des membres par rapport au tronc, ou les mouvements des portions

de membre les unes par rapport aux autres peuvent être de flexion ou d'extension.

Dans la flexion le membre se rapproche du tronc ou bien une partie mobile d'un membre se rapproche de la partie voisine qui est fixe. Dans l'extension, les deux parties consécutives d'un même membre s'éloignent au contraire, et tendent à se placer dans le prolongement l'une de l'autre.

Les mouvements d'extension semblent surtout chargés de produire le travail dynamique de la marche ou de la course. Ce sont ceux qui poussent l'animal en avant dès que les points d'appui sont pris par les membres. On pourrait s'étonner d'autre part de ce que les muscles extenseurs agissent presqu'à toutes les articulations avec un bras de levier relativement petit, condition peu favorable au développement de la force. Aux articulations du coude et du genou notamment, les extenseurs paraissent a priori utiliser de faibles bras de levier. En fait, la nature a disposé les choses pour que ces bras de levier aient encore une valeur très appréciable, mais de plus, la contraction des extenseurs, surtout au genou, est capable de produire un effet dynamique puissant comme on le verra ci-dessous, à propos du rôle de ces muscles dans le saut.

III

La contractilité et l'élasticité musculaire. — On sait que ce sont les muscles striés qui produisent les mouvements de la locomotion. Or, ces muscles possèdent deux propriétés tout à fait distinctes qui interviennent dans le fonctionnement du moteur animé : la contractilité, propriété active provoquée normalement par le système nerveux sous l'influence de la volonté, et l'élasticité, propriété passive due seulement à la constitution de la matière musculaire.

La contractilité se montre quand le muscle se rac-

courcit en rapprochant l'une de l'autre ses insertions extrêmes de manière à faire mouvoir un membre. Elle se montre aussi d'ordinaire sur les muscles antagonistes d'un muscle actif pour régler l'action de ce dernier. Mais le muscle strié est non seulement contractile, il est élastique. On constate aisément cette élasticité à l'aide d'un muscle isolé du corps d'un animal. Tiré par ses deux extrémités, le muscle s'allonge pour revenir à sa longueur primitive quand on l'abandonne à lui-même. *Il est clair, d'après cet exposé, que la longueur absolue d'un muscle dépend à la fois de son état de contraction et de son état d'extension élastique.*

Cette double propriété de contractilité et d'élasticité du muscle a conduit les histologistes à se représenter les fibres des muscles striés comme composées à la fois de disques contractiles et de disques élastiques superposés avec aussi des disques inertes qui seraient extrêmement minces (1), et dont le rôle serait de se continuer à travers un grand nombre de fibres de manière à assurer la connexion de ces fibres entre elles.

A l'élasticité musculaire revient un rôle très important, celui d'amortir les chocs. En cas de saut ou même de chute d'une certaine hauteur sur le sol, si l'homme se reçoit en fléchissant convenablement les membres inférieurs, l'élasticité des muscles, notamment celle des muscles des mollets (soléaires) et celle des gros muscles antérieurs des cuisses, fait que la vitesse du tronc n'est pas arrêtée brusquement, l'effet du choc est amorti et ne peut nuire aux centres nerveux. Le même but de protéger les centres nerveux se retrouve dans la structure de la colonne vertébrale qui, grâce à l'élasticité des muscles et des ligaments qui unissent ensemble les vertèbres, se comporte dans les chocs reçus par le corps, comme une tige un peu courbe à la fois flexible et élastique.

(1) Voir la description de la fibre musculaire dans les traités d'histologie.

Mais l'élasticité des muscles remplit encore un autre but important, celui de permettre à certaines contractions musculaires d'avoir un effet locomoteur particulièrement énergique au point de vue de la vitesse ou si l'on veut de la *force vive* communiquée ainsi à un membre ou au corps tout entier.

Cette sorte de contraction musculaire est appelée par certains physiologistes contraction balistique (1). La contraction balistique se produit très énergiquement dans le muscle moteur, mais elle cesse tout à fait avant que le membre mis en mouvement par le muscle ait terminé son mouvement. Un tel mouvement du membre suppose essentiellement l'extensibilité élastique du muscle qui continue à se raccourcir après que la contraction proprement dite a cessé.

Quand, par exemple, un homme donne un coup de pied en avant, les photographies instantanées montrent que la cuisse du membre qui doit frapper se soulève d'abord, puis que la jambe est très brusquement lancée en avant par l'action du quadriceps fémoral ou *gros muscle antérieur de la cuisse*. Si les images ont été prises sur le nu, on remarque au relief arrondi que présente extérieurement le muscle quadriceps avant que la jambe arrive à sa position limite, que l'état de contraction du muscle a déjà cessé à ce moment.

La contraction balistique se présente souvent dans la locomotion. On en a un intéressant exemple dans le cas de l'effort vigoureux des muscles quadriceps fémoraux pendant la phase de lancement pour un saut à pieds joints en hauteur ou en largeur. Examinons d'un peu plus près le mécanisme de cet effort dynamique des muscles quadriceps dans le cas de la propulsion d'un sauteur.

Le rôle des muscles quadriceps fémoraux dans le

(1) V. la *Physique biologique* de d'Arsonval, article du docteur Richer.

saut humain. — Afin de bien rendre compte de la manière dont travaille le gros muscle antérieur de la cuisse dans le saut, rappelons comment fonctionne l'articulation du genou.

Dans la figure ci-dessous, F représente le fémur, T le tibia, R la rotule et S le tendon du muscle quadriceps continué en S' par le tendon rotulien.

Quand l'articulation fonctionne, les condyles du fémur dont les points d'appui sur le tibia sont indiqués sur la figure en A, glissent sur la surface supérieure de la tête du tibia, laquelle présente deux légères excavations pour assurer la précision de ce mouvement. La rotule elle-même glisse sur la surface antéro-inférieure du fémur légèrement déprimée entre les condyles de cet os. On peut se rendre compte que le bras de levier AB de la force qui produit l'extension du tibia sur le fémur, reste à peu près constant quel que soit l'état de flexion de l'articulation. Ce bras de levier, très suffisant pour rendre efficace l'action du muscle, est petit par rapport à la longueur du fémur, sept ou huit fois moindre environ. Or, la petitesse relative du bras de levier permet aux muscles quadriceps, dans l'acte du saut, de communiquer une grande vitesse, donc une grande force vive au corps du sauteur porté par les parties supérieures des fémurs.

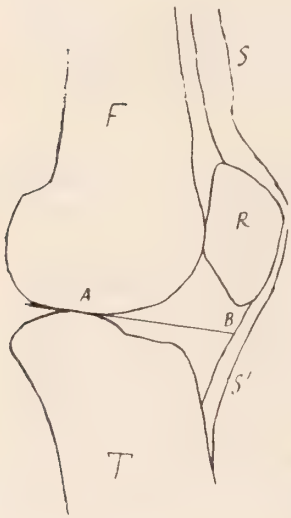


Fig. 2

L'effort des muscles quadriceps qui lancent ainsi le

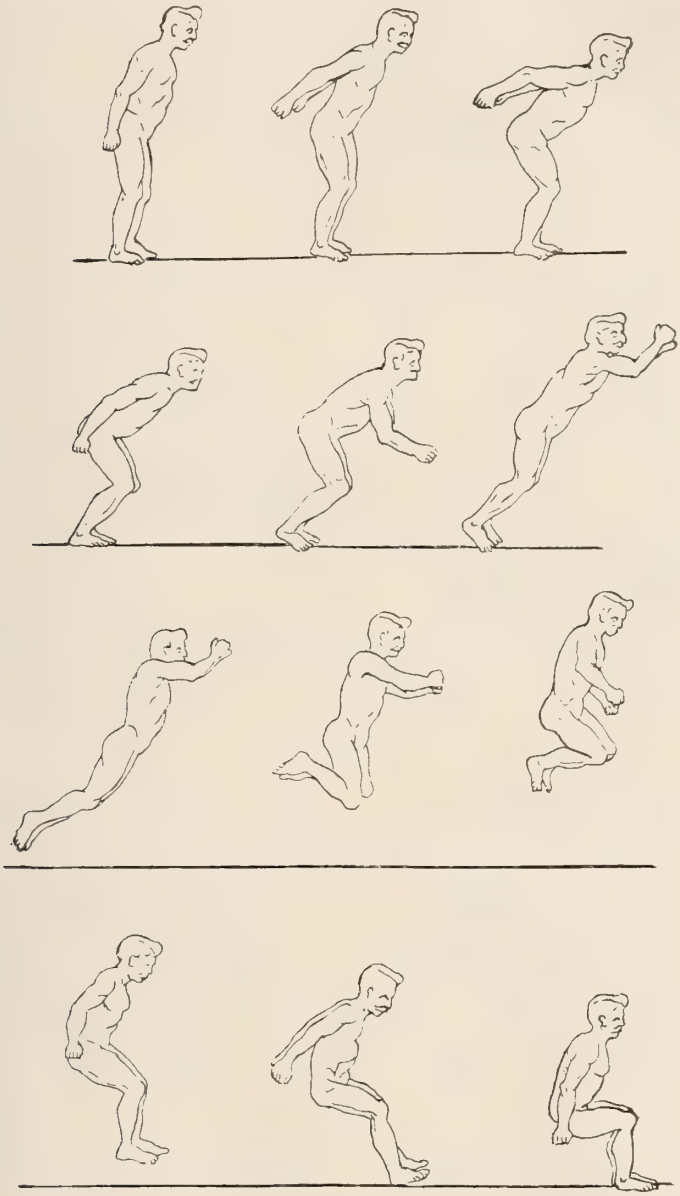


Fig.

corps entier en avant me paraît être le facteur le plus important pour la propulsion du sauteur.

Je voudrais encore essayer d'établir par le raisonnement que ces contractions des quadriceps dans le saut, sont nécessairement des contractions se rapprochant beaucoup des contractions balistiques.

Examinons en nous reportant à la figure 3, la phase de départ du saut, quand les jambes fléchies s'étendent rapidement, le corps étant penché en avant : (je crois que la flexion des genoux à ce moment est d'ordinaire plus forte que celle que montre cette figure).

On voit aisément que dans cette phase d'impulsion donnée en grande partie par les muscles quadriceps, ceux-ci travaillent avec plus d'efficacité pour lancer le corps en avant au moment où les articulations du genou sont encore très fléchies que quand celles-ci arrivent presque à l'extension.

Il en est ainsi parce que c'est au début de l'extension qu'un raccourcissement donné $\delta\lambda$ éprouvé par les deux muscles actifs, provoque un plus grand déplacement en avant du tronc. Ceci résulte immédiatement, on peut s'en rendre compte par la figure 2, de ce qu'un raccourcissement donné $\delta\lambda$ des muscles quadriceps augmente l'angle de l'articulation rapprochant celle-ci de l'extension complète, d'une variation angulaire $\delta\alpha$, toujours la même quel que soit le degré de flexion. Enfin une augmentation donnée $\delta\alpha$ déplace d'autant plus le corps que la flexion est plus forte.

Le déplacement du tronc en avant étant plus grand au début de l'extension qu'à la fin pour un égal raccourcissement $\delta\lambda$ des muscles, le travail mécanique imprimé au tronc sera aussi le plus grand au moment où l'extension commence. C'est donc pour les fortes flexions que les muscles quadriceps développeront le plus de travail.

C'est d'ailleurs aussi quand la flexion est forte que

les muscles quadriceps sont plus tendus entre leurs extrémités, c'est donc à ce moment qu'ils auront le plus de force, puisque à cause des glissements des rotules sur les parties inférieures des fémurs pendant que ceux-ci tournent, les bras de levier d'action de ces quadriceps restent constants, quel que soit le degré de flexion.

Concluons qu'il est logique d'admettre que l'effort principal des muscles se produira quand ceux-ci auront le plus de force et que, de plus, ils pourront mieux employer cette force. Cela a lieu aux phases de flexion encore forte. L'effort des muscles devra s'atténuer ensuite pour être nul au moment de l'extension et peut-être avant. C'est bien ce qui correspond aux caractères de la contraction balistique.

Il serait intéressant de calculer le travail développé par les quadriceps dans un saut. Je montrerai à la fin de cette étude, après avoir parlé de la marche et de la course, comment on peut obtenir ce résultat par l'emploi des méthodes graphiques de Marey.

IV

La marche et la course. — Il me reste à présenter encore quelques remarques au sujet du rôle des principaux muscles moteurs dans la marche et dans la course. Comment agissent ces divers muscles aux diverses phases des pas de marche et de course. De plus, en même temps que la marche normale, j'examinerai brièvement au même point de vue, des manières de marcher exceptionnelles comme par exemple la marche sur les talons ou la marche à échasses. On se rend aisément compte que dans ces manières de marcher, la progression en avant ne se fait pas tout à fait par le mécanisme habituel. L'étude de ces marches exceptionnelles n'en fait que mieux apparaître le rôle de chacun des muscles actifs dans la marche normale.

Il y a lieu pour préciser les idées que je voudrais présenter, de définir les phases du pas et de rappeler quels sont les principaux mouvements de torsion et d'oscillation du corps dans la marche.

Les phases du pas. — Le pas de l'homme peut se définir : la série des mouvements que celui-ci accomplit en marchant depuis le moment où une jambe prend une position déterminée jusqu'au moment où l'autre jambe prend la position correspondante ou analogue par rapport au corps. Le corps portant alternativement sur l'une et sur l'autre jambe, l'une s'appelle portante pendant que l'autre est dite oscillante.

Quand le pied de la jambe oscillante vient se poser en avant, il rencontre d'ordinaire le sol par le talon, après quoi il s'y applique en entier. Pendant ce temps, le pied de la jambe qui est en arrière a commencé à se détacher du sol, il n'y touche bientôt plus que par la pointe, puis le quitte ; c'est la fin du double appui. On appelle *double appui* la partie du pas pendant laquelle les deux pieds touchent terre à la fois.

La phase plus longue pendant laquelle le corps est porté par un pied, est appelée *appui unilatéral*. L'appui unilatéral est dit *droit* quand le corps porte sur la jambe droite, il est nommé *gauche* dans le cas contraire. C'est pendant l'appui unilatéral que la jambe oscillante, se portant d'arrière en avant, exécute le pas. Ces définitions permettent de considérer la marche comme une succession de simples appuis droits et gauches séparés par des doubles appuis.

Au milieu de l'appui unilatéral, la jambe portante est verticale ; à ce moment, la jambe oscillante la croise pour passer en avant, ce moment est nommé *moment de la verticale*. La portion du pas précédant le moment de la verticale, et pendant laquelle la jambe oscillante est en arrière, est dite *pas postérieur* ; quand la jambe oscillante a passé en avant, c'est le pas *antérieur*.

Dans la course, il n'y a pas de double appui. Entre deux appuis unilatéraux consécutifs, le corps est un instant suspendu en l'air comme dans le saut, c'est la phase de suspension.

Oscillations et rotations du corps. — Pendant la marche comme pendant la course, le corps effectue des déplacements d'ensemble à droite et à gauche en se déplaçant à chaque pas du côté de la jambe portante ; il s'abaisse au double appui et se relève au moment de la verticale. Mais en sus de ces mouvements, le corps du marcheur fait aussi des oscillations de rotation et même de torsion.

La ligne des hanches notamment ne reste pas perpendiculaire à la marche. La hanche de la jambe oscillante, en arrière de l'autre au début de l'appui unilatéral, s'avance plus vite que l'autre et la dépasse de plus en plus jusqu'au double appui.

Cette rotation de la ligne des hanches facilite évidemment beaucoup le pas. Mais elle nuirait probablement à l'équilibre de la marche si la ligne des épaules ne tournait à chaque instant en sens inverse de celle des hanches, de manière à provoquer une véritable torsion du tronc.

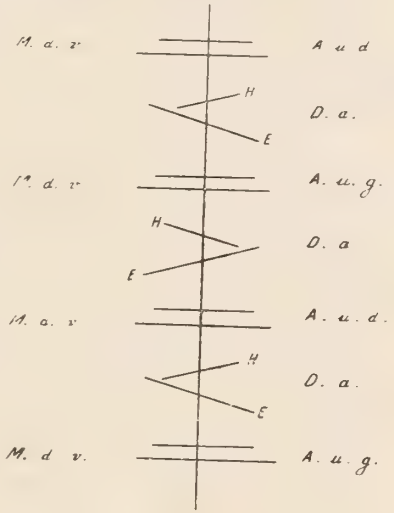


Fig. 4.

La fig. 4 montre les positions des lignes des hanches et des épaules projetées horizontalement au moment des doubles appuis et des appuis unilatéraux. Les lettres

A. u. d. et A. u. g. veulent dire : appui unilatéral droit ou gauche. D. a. signifie double appui, M. d. v., moment de la verticale. Les lignes les plus courtes désignent les hanches ; les autres, les épaules.

Vers la fin du double appui, le corps s'incline un peu en avant puis se redresse. Le fait est visible sur les photographies instantanées, mais on le constate surtout pour la course.

Des efforts musculaires dans les mouvements de la marche et de la course. — Ce qui précède n'est qu'un exposé sommaire du mécanisme, simple en apparence, de la marche. Le mécanisme de la course peut être décrit à l'aide de définitions presqu'identiques aux précédentes.

Mais pour analyser ces actes d'une manière complète, il y aurait lieu de définir le rôle des muscles actifs aux diverses phases des pas de marche et de course, voire même de déterminer les grandeurs des forces développées par ces muscles. De telles déterminations dans leur généralité seraient d'une difficulté inextricable, mais on pourrait les faire approximativement pour les muscles qui jouent les rôles principaux. Il faudrait, pour déterminer numériquement ces efforts musculaires, obtenir par les méthodes de Marey des photographies et des graphiques très précis et les interpréter en tenant compte des lois de la pesanteur et de l'inertie. Je préciserai ma pensée sur ce point à la fin de cet article. Ces déterminations numériques n'ont pas été faites.

Il me reste donc simplement au sujet de la marche, à donner l'exposé du rôle des muscles actifs les plus importants dans cet acte, tant pour la jambe portante que pour la jambe oscillante.

Muscles de la hanche, membre portant. — Pendant l'appui unilatéral, du côté de la jambe portante, on remarque la contraction du groupe de muscles dont le

rôle est de maintenir à peu près rigide l'articulation coxo-fémorale. Le petit et le moyen fessier sont contractés pour empêcher le corps de basculer du côté de la jambe oscillante. Cette contraction des fessiers est visible extérieurement sur le nu. En même temps se produit la contraction active des muscles capables de faire tourner le bassin autour de son articulation avec le fémur, de manière à faire avancer en avant la hanche de la jambe oscillante ; probablement le muscle psoas agit dans ce but, peut-être aussi le pectiné.

Muscles de la cuisse, membre portant. — Le quadriceps fémoral ou gros muscle antérieur de la cuisse reste contracté pendant le pas postérieur pour empêcher le corps de tomber en arrière. Le corps possède d'ailleurs par lui-même une certaine vitesse acquise de translation en avant, grâce à laquelle il arrive à la verticale. A partir de ce moment, la pesanteur maintient la jambe portante étendue, le muscle quadriceps devient donc inutile. On voit d'ailleurs le fait sur les photographies du membre nu dont à ce moment le relief arrondi indique le relâchement du muscle.

Muscles de la jambe, membre portant. — Pendant le pas postérieur, les fléchisseurs et les extenseurs du pied sur la jambe éprouvent ensemble la contraction pour maintenir la fermeté de l'articulation tibia-tarsienne.

A partir du moment de la verticale, les fléchisseurs de la jambe sur le pied, tel le jambier antérieur, font avancer en avant le haut de la jambe et par conséquent tout le corps. Ils contribuent donc à la progression en avant.

Enfin, à la fin du pas antérieur, le soléaire commence à se contracter pour étendre le pied sur la jambe. Cette contraction qui dure tout le double appui pousse le corps en avant. Néanmoins ce rôle du soléaire, qui est très important dans la course, me paraît devoir l'être très peu dans la marche lente. Il serait nul si l'on marchait

en soulevant le pied tout entier du sol sans lever d'abord le talon.

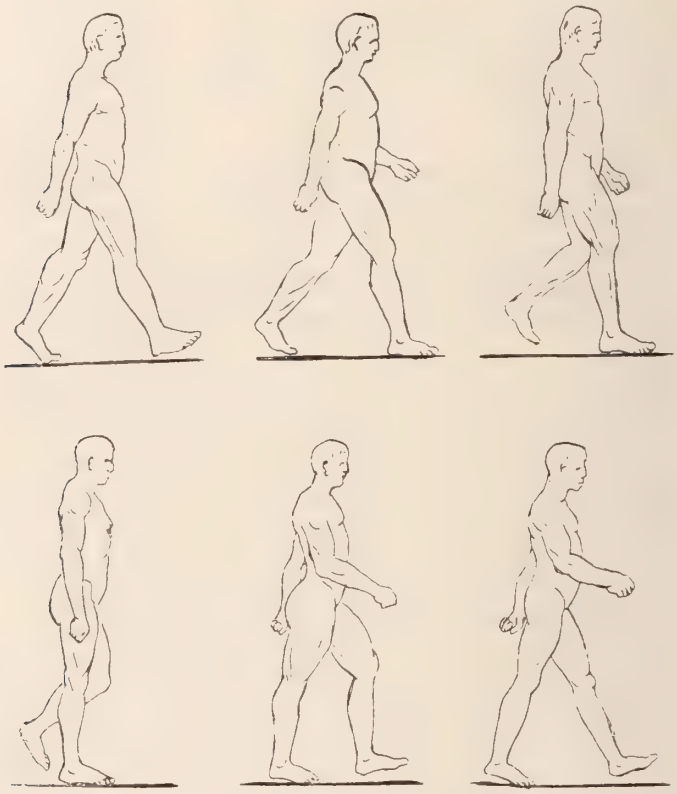


Fig. 5. — Représentation du pas gauche de l'homme.
Lire la figure de gauche à droite en commencant par la première ligne.

Membre oscillant. — Au moment où le membre portant devient oscillant, les fléchisseurs de la cuisse, de la jambe et du pied agissent à la fois. Le membre est soulevé plié et poussé en avant. La pesanteur agit d'ailleurs pour provoquer le début de l'oscillation. Brusquement apparaît la contraction du quadriceps qui tend la jambe et la lance en avant.

Marches anormales. — On peut marcher sur les talons ou sur les pointes des pieds, la marche à échasses présente aussi certaines particularités. Comparons ces manières de marcher à la marche normale.

Marche sur les talons. — Cette marche ne peut être rapide. La progression y est obtenue sans la contraction active du soléaire. Ce sont, à mon sens, les fléchisseurs et extenseurs des cuisses sur le bassin qui ont le rôle le plus important à y remplir.

Le marcheur doit porter le corps d'une jambe sur l'autre pendant le double appui, puis lancer en avant la jambe restée en arrière. Le bassin s'avance plus du côté de la jambe oscillante et permet ainsi à cette jambe d'aller se placer plus loin que si la ligne des hanches restait perpendiculaire à la marche. Ce mouvement du bassin aide donc beaucoup la marche.

Enfin l'homme qui marche sur ses talons peut marcher en utilisant la flexion des articulations du genou comme dans ce qu'on appelle la marche en flexion. Il y a alors à chaque pas une propulsion due aux quadriceps fémoraux comme dans le saut, ce qui augmente la vitesse.

Marche sur la pointe des pieds. — L'homme emploie dans cette marche les mêmes contractions musculaires que dans la marche normale. Toutefois, les muscles soléaires étant à l'état de contraction permanente, leur effet pour la propulsion en avant est moindre. La marche est moins rapide.

Marche à échasses. — Monté sur des échasses fixées aux jambes, l'homme avance par un mécanisme analogue à celui de la marche sur les talons. Il y a une différence en ce que le pied reste perpendiculaire à la jambe, au lieu qu'en marchant sur les talons, on doit soulever la pointe des pieds.

Course. — Le mécanisme de la course peut s'analyser comme celui de la marche, les phases du pas de

course correspondent exactement à celles de la marche. Les mouvements de torsion du corps ne sont pas tout à fait de même nature, mais la différence la plus importante est constituée par les actions des muscles quadriceps qui par leurs contractions énergiques provoquent un véritable saut à chaque pas. Je n'y insisterai pas, parce que j'ai examiné en détail la question du saut.

A propos du calcul des efforts musculaires dans les actes de la locomotion. — Ainsi que je l'ai dit plus haut, je vais indiquer pour terminer comment on peut déterminer, à l'aide des méthodes de Marey, les grandeurs des efforts des principaux muscles actifs aux diverses phases des actes de la locomotion. On pourrait d'ailleurs se proposer, ce qui serait plus facile, de mesurer seulement à ces diverses phases qu'on vient de dire, les *variations* des efforts musculaires.

Les physiologistes n'ont guère fait de mesures pour connaître les forces absolues développées par les muscles les plus importants ou les variations de ces forces musculaires, dans des actes exigeant des efforts définis. Ils ont simplement évalué dans le présent ordre d'idées, les forces portantes des muscles. On nomme ainsi la force maxima qu'un muscle peut développer. Borelli en 1680 avait essayé déjà d'évaluer ces forces portantes. Les nombres donnés par Borelli ont été corrigés par Haugton. On trouve dans les évaluations de Haugton les valeurs suivantes de forces portantes comptées en livres anglaises :

Forces portantes	1°	du groupe : vastes externe et interne, crural	814 l.
»	2°	du soléaire	407 l.
»	3°	du biceps brachial	214 l.

On voit que les deux premiers de ces nombres se

rapportent aux muscles locomoteurs dont nous avons le plus parlé.

Voyons maintenant comment les variations des efforts des principaux muscles de la locomotion peuvent se déduire d'expériences faites par les méthodes de Marey. Pour préciser la question par un exemple, examinons le cas du saut à pieds joints dont nous avons détaillé ci-dessus les circonstances.

Les forces développées par les muscles quadriceps fémoraux, puis par les muscles soléaires au moment où le sauteur s'élance, sont directement liées aux variations de la pression des pieds sur le sol que détermine le dynamographe de Marey. La chronophotographie géométrique d'autre part, donne des indications sur la forme du corps du sauteur à des instants très rapprochés pendant la propulsion. Elle permet de calculer à tous les instants successifs l'accélération communiquée au centre de gravité, c'est-à-dire à la masse totale du corps. Or cette accélération est produite par les efforts des muscles qui nous intéressent. On pourra d'ailleurs comparer les données résultant des épreuves photographiques avec les données fournies par la méthode de variation de pression des pieds. Pour cela. on établira la concordance entre le graphique de pression des pieds et l'image chronophotographique.

Il sera alors possible par l'interprétation patiente de ces divers graphiques, d'obtenir des indications précises sur les efforts des muscles qui nous intéressent, et cela, à toutes les phases successives très rapprochées de la période de propulsion du sauteur. On tiendra compte, pour interpréter les graphiques. de ce que le phénomène étudié est réglé en dehors des efforts musculaires, par les lois de la mécanique. Il faudra donc introduire dans la recherche et le calcul s'il y a lieu, les effets de la pesanteur et de l'inertie à chaque instant du mouvement qu'on se propose d'analyser.

Remarques générales sur la locomotion animale. — La locomotion des quadrupèdes a été étudiée aussi par Marey d'une manière assez approfondie. Un quadrupède, dit Marey, marche et court comme le feraient deux bipèdes associés, marchant ou courant l'un derrière l'autre en formant des pas de même longueur et en nombre égal.

Il y a de grandes similitudes entre la locomotion des quadrupèdes et celle de l'homme. Les quadrupèdes prennent appui sur le sol comme l'homme à l'aide de leurs membres. Ces membres sont déformables et les contractions musculaires y produisent, suivant les besoins, des flexions, des déplacements d'ensemble et des extensions qui font avancer l'animal.

Marey a appliqué ses méthodes graphiques à l'étude de la locomotion des quadrupèdes, spécialement de celle du cheval. Il a d'abord déterminé par sa méthode d'inscription de la pression des pieds sur le sol, les durées des appuis des pieds et leurs successions tant pour les jambes de devant que pour celles de derrière. Il a trouvé que ni pour le groupe des jambes de devant, ni pour celui des jambes de derrière il n'y a de double appui pendant la marche; un pied quitte le sol quand l'autre y arrive. De plus, le pas des jambes de devant ne se fait pas en même temps que celui des jambes de derrière. Un pied de devant prend contact avec le sol au milieu de la durée du pas des jambes de derrière. Dans le trot ordinaire, les pas des deux bipèdes se font ensemble, mais de manière que les appuis aient lieu en diagonale. Il y a souvent une phase de suspension.

Au point de vue des conditions d'équilibre de la marche et de la course, il y a évidemment de grandes différences entre l'homme et les quadrupèdes. L'équilibre est certainement plus aisé à conserver par les quadrupèdes qui prennent appui sur le sol par quatre membres.

Rappelons en terminant que Marey a beaucoup étudié, par la méthode graphique et par la chronophotographie, le vol des oiseaux et qu'il a obtenu de fort importants résultats. Mais le mécanisme du vol reste beaucoup moins connu que celui de la locomotion des animaux terrestres.

D'abord les expériences sont beaucoup plus difficiles à faire, mais l'analyse de la question se complique du fait qu'on ne sait pas encore comment l'air réagit aux ailes d'un oiseau qui le battent.

A ce point de vue, de nombreuses expériences faites en vue de l'aviation pour mesurer les forces exercées sur des surfaces de diverses formes frappées par des courants d'air, donneront, je pense, de très utiles renseignements sur les grandeurs et les orientations des réactions de l'air sur les ailes des oiseaux.

Mais il faut d'abord bien connaître le mouvement de l'aile par rapport au corps de l'oiseau et par rapport à la ligne que décrit dans l'air le centre de gravité de celui-ci. Cette question n'est pas simple, tant s'en faut, elle n'a pas été, à beaucoup près, étudiée d'une manière complète et une large part de sa solution reste laissée aux conjectures.

JULES DELEMER
Prof. aux Facultés catholiques de Lille

LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES

ET LA

PHILOSOPHIE SPIRITUALISTE

« Il n'y a plus à parler de la *doctrine* des localisations cérébrales. Une doctrine est discutable. Les localisations cérébrales ne sont pas plus discutables que telles autres de ces grandes vérités dont les siècles se sont successivement enrichis et s'honorent. Elles ne sont pas plus discutables que les localisations spinales ; ce sont les mêmes localisations fonctionnelles ; le mécanisme est partout le même, de l'extrémité inférieure à l'extrémité supérieure du névraxe. »

Ainsi s'exprimaient encore en 1904 Brissaud et Souques, dans la deuxième édition du grand *Traité de médecine* de Bouchard-Brissaud (1). Vers cette époque, cependant, l'existence des localisations cérébrales était déjà mise en doute, et Bernheim (de Nancy) ne l'admettait plus (2). Toutefois, le mouvement anti-localisateur n'a pris une véritable importance en cérébrologie qu'à la suite des publications du Professeur Pierre Marie sur la *Revision de la question de l'aphasie* (3).

On sait les espérances anti-spiritualistes qu'avait fait

(1) Tome IX, p. 2.

(2) Dans la SEMAINE MÉDICALE du 7 novembre 1906, Fernand Bernheim revendique pour G. Bernheim (de Nancy) l'honneur d'avoir le premier, et depuis longtemps déjà, engagé la lutte contre les localisations cérébrales.

(3) SEMAINE MÉDICALE, 23 mai, 17 octobre, 28 novembre 1906.

naître la prétendue constatation de centres d'images sensorielles dans l'écorce cérébrale. Pierre Marie les rappelle lui-même avec beaucoup d'humour : « La lutte commençait à devenir ardente entre le spiritualisme d'une part et, de l'autre, le matérialisme ; car c'était là le nom sous lequel on s'efforçait de flétrir la libre pensée. Or, pour les purs spiritualistes, il semblait qu'il y eût quelque chose d'attentatoire à la dignité de l'âme humaine dans la doctrine qui prétendait rechercher et circonscrire dans certains points fixes du cerveau telle ou telle fonction psychique, telle ou telle faculté. — Aussi peut-on facilement imaginer avec quelle animation étaient défendues, par tous les novateurs, les théories localisatrices qui, si elles triomphaient, devaient, à leur avis, saper dans ses fondements l'antique philosophie. Les passions politiques s'en mêlaient aussi et, pour un peu, chez les étudiants, la foi dans les localisations eût fait partie du *Credo* républicain. »

La lutte, pour être moins ardente de nos jours, n'a pourtant point cessé ; aussi, peut-être ne sera-t-il pas sans intérêt de nous demander quelle a été, en face de la question des localisations cérébrales, l'attitude des représentants les plus autorisés de la *philosophie spiritualiste*.

I

Dire qu'il existe des localisations cérébrales, ce n'est pas dire que l'âme est concentrée en des points spéciaux de l'organisme, à l'exclusion des autres ; ce n'est pas dire non plus qu'il faille concevoir l'âme comme coétendue au corps, de façon à ce qu'elle soit susceptible d'être divisée en tronçons dont chacun assurerait à lui seul, sans la participation du reste de l'âme, le fonctionnement du tronçon anatomique correspondant. Cela,

sans doute, est faux. Mais si, comme on doit l'admettre, l'âme est dans le corps à la façon spéciale des esprits, c'est-à-dire tout entière, d'une totalité de perfection et d'essence, dans chacune des parties de l'organisme qu'elle informe, elle ne se trouve pourtant pas, dans chacune de ces parties, selon sa totalité d'énergie, parce que, dit saint Thomas à qui nous empruntons cette formule, l'âme n'est pas selon n'importe laquelle de ses puissances dans n'importe quelle partie du corps (1).

Or, concevoir de la sorte les rapports entre le corps et l'âme, c'est admettre déjà, en doctrine spiritualiste, la possibilité de certaines localisations. Toute la question est donc de savoir si ces localisations, même cérébrales, sont exigées de par ailleurs.

Nous disons qu'elles le sont, et par la constitution même de notre organisme, du moins en ce qui touche son fonctionnement physiologique, sensitif et moteur. Ce fonctionnement, en effet, est en relation intrinsèque et immédiate avec les diverses unités vivantes, ou cellules, dont l'ensemble constitue le corps. Or, les cellules sont localisées ; donc aussi les fonctions cellulaires. En d'autres termes, il est évident que si certaines facultés — et c'est le cas des facultés soit purement physiologiques, soit sensorielles (2), soit motrices — sont des facultés intrinsèquement organiques, c'est-à-dire spécialisées dans l'accomplissement de fonctions qui requièrent la participation intrinsèque du composé, le siège de leur activité doit être là où se trouve l'organe — cellule unique ou ensemble de cellules — affecté à telle ou telle fonction. Si, en effet, l'un des constituants, l'âme, est partout dans le corps, l'autre, l'organe, est

(1) « Anima tota est in qualibet parte corporis secundum totalitatem perfectionis, et essentiae, non autem secundum totalitatem virtutis : quia non secundum quamlibet suam potentiam est in qualibet parte corporis. » *Sum. theol.*, p. 1ª, q. LXXVI, art. 8.

(2) « Est... operatio animae... quae quidem fit per organum corporale... et talis est operatio animae sensibilis. » *Sum. theol.*, p. 1ª, q. LXXVIII, art. 1.

en un endroit bien déterminé. Or l'acte physiologique, sensoriel, ou moteur, ne peut se concevoir comme constitué par deux entités dynamiques distinctes, qui seraient, d'une part, l'acte de l'âme sans l'organe, et, d'autre part, l'acte de l'organe sans l'âme, accidentellement unis après que chacun d'eux a été posé à part. Il n'est qu'une seule et indivisible réalité, à savoir l'acte de l'organe vivant, et vivant par l'âme ; c'est donc là où se trouve cet organe que l'âme, nécessairement, agit par cet organe.

C'est sans doute en vertu de ce raisonnement que l'ancienne Scolastique elle-même avait admis, dans l'explication de la vie sensorielle, l'existence de localisations cérébrales et périphériques. L'expérience la plus élémentaire avait depuis longtemps appris aux philosophes que le processus de nos sensations comporte, le plus ordinairement, comme point de départ, certaines modifications déterminées par un excitant externe dans les organes sensoriels de la périphérie. Cette observation s'imposait à la philosophie spiritualiste comme à toute philosophie, et la Scolastique l'enregistra (1). Mais l'expérience va plus loin : ces modifications de nos différents organes sensoriels sont perçues par notre conscience, ce qui nous permet de les comparer entre elles et de les distinguer. Il était donc tout naturel qu'on se demandât comment et où se faisait cette comparaison, cette distinction. La Scolastique répondit qu'elle se faisait par l'intermédiaire du *sens commun*, et par *sens commun*, elle entendit une faculté qui exerçait son acte propre au moyen d'un organe encéphalique (2), le *sensorium commune*, que

(1) « Sensus proprius sentit secundum immutationem materialis organi a sensibili exteriori. » *Sum. th.*, p. 1ª, q. LXXXVII, a. 3, ad 3um.

(2) « Cum necessarium sit humiditatem praecipue in cerebro abundare in pueris, in quo vis imaginativa et aestimativa et memorativa et sensus communis organa sua habent... » Quaest. disput. : *De Veritate*, q. XVIII, art. 8.

les anciens physiologistes, jusque vers 1870, plaçaient soit dans le corps calleux, soit dans les couches optiques, soit dans les ventricules. Saint Thomas se contente de dire qu'il est dans le cerveau ; mais certains philosophes spiritualistes de son temps rêvaient plus de précision, et l'auteur du *De Potentiis animae* s'enhardit jusqu'à assigner à l'organe du *sens commun* la « première concavité cérébrale » (1).

Quoi qu'il en soit de ce que l'on entendait au juste par cette première concavité cérébrale ; quoi qu'il en soit, même, de l'existence du *sens commun*, dont saint Thomas croyait pourtant pouvoir établir la nécessité (2), ce que nous venons de dire prouve tout au moins que la philosophie spiritualiste ne répugne nullement à admettre la possibilité de fonctions cérébrales et d'organes sensoriels cérébraux parfaitement localisés.

Le nombre des localisations admises par la Scolastique était même relativement considérable.

A côté des *sens externes* et du *sens commun*, qui sont des *facultés réceptives*, elle plaçait, dans l'organisme, des *facultés conservatrices*, « recevoir », disait-elle, et « retenir », ne pouvant être conçus comme des actes d'une même puissance (3). Or, parmi les facultés qui se réfèrent à la conservation des impressions sensorielles, la philosophie distinguait l'« *imaginative* », l'« *estimative* » et la « *mémorative* ».

De la *faculté imaginative* relève la possibilité de nous représenter certaines qualités sensibles d'objets qui ne tombent pas sous notre perception sensorielle actuelle, et de combiner ces qualités entre elles ; c'est même à ce dernier caractère que nous songeons tout d'abord, quand on nous parle d'*imagination*. D'autre

(1) « Ejus enim organum est prima concavitas cerebri. » *De Potent. animae*, inter Opusc. s. Th. attributa, c. 4.

(2) *Sum. th.*, p. 1ª, q. LXXVIII, a. 4, ad 2um.

(3) *De Potentiis animae*, c. 4, — et *Summ. theol.*, p. 1ª, q. LXXVIII, art. 4.

part, comme se représenter et combiner supposent qu'on a retenu, on a pu donner aussi à la faculté imaginative le nom de *mémoire*. Mais il s'agit là, en tous cas, d'une faculté qui retient, qui conserve les impressions sensorielles telles quelles, considérées d'une façon brute (1), ce que la Scolastique a rendu par un mot pittoresque en appelant l'imaginative « *arca formarum* ». A cette faculté sensorielle il fallait un organe central : on le plaça dans le cerveau, en arrière de celui du sens commun (2).

Quant à la *mémorative*, elle est la faculté qui sert à *reconnaître* les objets perçus auparavant soit dans leur formalité brute, soit avec ceux de leurs caractères qui sont du domaine de l'estimative, celle-ci ayant pour fonction de nous faire percevoir les objets, non plus tels qu'ils se présentent en eux-mêmes, sous leurs qualités physiques de couleur, de taille, de forme, etc..., mais par rapport à leur utilité ou à leur nocuité relativement à nous. Cette appréciation de l'utile ou du nuisible, on l'accordait aux animaux, et on la plaçait, chez eux, sous la dépendance d'un certain « instinct naturel ». Chez l'homme, elle tombe sous l'influence des facultés supérieures dès que ces facultés ont atteint le degré de développement qui assure leur fonctionnement normal, et elle comporte un certain travail de comparaison qui la différencie du pur instinct et lui a valu le nom de *cogitative* (3). Mais qu'il s'agisse d'*esti-*

(1) « Ad harum autem formarum retentionem aut conservationem ordinatur *phantasia*, sive *imaginatio*, quae idem sunt ; est enim phantasia sive imaginatio quasi thesaurus quidam formarum per sensum acceptarum. » *Summ. theol.*, p. 1ª, q. LXXVIII, art. 4.

(2) « Et hujus organum est post organum sensus communis in parte cerebri quae sic non abundat humido sicut prima pars cerebri in qua situm est organum sensus communis. Et ideo melius potest retinere formas sensibiles re absente. » *De Pot. anim.*, c. 4.

(3) « Ad apprehendendum autem intentiones quae per sensum non accipiuntur, ordinatur vis aestimativa... Alia animalia percipiunt hujusmodi intentiones solum naturali quodam instinctu, homo autem per quamdam collationem. Et

mative ou de *cogitative*, l'une et l'autre sont des facultés sensorielles, et la Scolastique leur reconnaissait un organe encéphalique : la partie médiane de la tête, au dire des médecins, écrivait saint Thomas (1) ; — et l'auteur de l'opuscule « *De Potentiis animae* », le localisait aussi au même endroit, chez l'homme, et un peu en arrière chez les animaux (2).

La *mémorative*, à qui incombait la charge de garder le souvenir des objets, même en tant qu'utiles ou nuisibles, « *arca intentionum* », avait elle aussi son organe cérébral spécial, distinct de celui dans lequel s'était opérée la perception, et dont le siège était la partie postérieure du cerveau (3).

Il est tout naturel, enfin, qu'après avoir essayé de déterminer les centres cérébraux, soit de certaines de nos perceptions sensorielles (sens commun et estimative), soit de nos souvenirs de perception (imaginative et mémorative), on se soit demandé à quoi, organiquement, répondaient ces perceptions et ces souvenirs. Cette même question, aujourd'hui, se pose encore à nous, et nous ne sommes guère mieux en état d'y répondre qu'on ne l'était du temps d'Aristote ou de saint Thomas. Contentons-nous de remarquer, à ce sujet, que la Scolastique n'a jamais cru déroger à ses principes spiritualistes en admettant que l'exercice de nos facultés sensorielles laissait dans nos appareils de

ideo quae in aliis animalibus dicitur aestimativa naturalis, in homine dicitur cogitativa, quae per collationem quamdam hujusmodi intentiones adinvenit. » *Sum. theol.*, p. 1ª, q. LXXVIII, art. 4.

(1) « Cui medici assignant determinatum organum, scilicet mediam partem capitis. » *Sum. theol.*, p. 1ª, q. LXXVIII, art. 4.

(2) « Organum autem hujus potentiae ponitur in brutis in posteriori parte mediae partis cerebri. In hominibus autem ejus organum ponitur media cellula cerebri, quae syllogistica appellatur. » *De Pot. anim.*, c. 4.

(3) « Quarta vis sensitiva interior est memorativa, vel memoria. Est autem memoria... vis conservatrix harum intentionum quas apprehendit aestimativa (cogitativa) ; et ideo est arca intentionum, sicut phantasia vel imaginativa est conservatrix formarum et arca illarum... Organum autem hujus potentiae est in posteriori concavitate cerebri. » *De Pot. anim.*, c. 4.

perception un certain reliquat, dont on n'arrivera jamais, sans doute, à préciser la nature, mais qui doit être, nécessairement, d'ordre organique. Il ne se manifeste à notre conscience que par une aptitude de la faculté à reproduire l'acte antérieur, en l'absence de l'excitant normal, et sous la seule influence du souvenir de la perception passée ; mais l'opinion assez généralement admise que ce souvenir agit probablement là même où a eu lieu la sensation, nous autorise à regarder ce reliquat comme affectant le composé, et, par conséquent, à le localiser.

Cet exposé, bien que très sommaire, nous permet, croyons-nous, d'affirmer que le spiritualisme le plus orthodoxe ne court aucun risque doctrinal à admettre au moins la possibilité de localisations soit physiologiques, soit psycho-physiologiques.

Or, on n'a jamais prouvé, en dehors de l'école spiritualiste, l'existence de localisations autres que celles-là. C'est bien, d'ailleurs, sur des localisations de cette nature que porte la controverse actuelle. Les centres cérébraux dont l'existence est niée par le Professeur Marie et son école, sont, en effet, des centres de mémoire d'images sensorielles, et non des centres de psychisme *purement spirituel*. Aussi bien, des appréciations comme celles-ci, du Dr Surbled, sont-elles de nature à provoquer quelque étonnement : « La thèse du savant médecin de Bicêtre... montre que la localisation de l'esprit, tentée à différentes reprises par tant de sectaires... n'est pas encore acceptable et doit être définitivement abandonnée (1) ».

La thèse du médecin de Bicêtre (2) ne nous paraît pas du tout montrer cela. A supposer même qu'elle fût

(1) « Un grand progrès de la cérébrologie. » *Pensée contemporaine*, 25 novembre 1906.

(2) M. P. Marie, professeur à la Faculté de médecine de Paris, est actuellement médecin de la Salpêtrière.

définitivement établie, elle prouverait simplement que le centre auditif verbal, le centre visuel verbal, le centre de la mémoire des mouvements d'articulation et le centre de la mémoire des mouvements graphiques, ne peuvent plus être conçus comme ils l'étaient jusqu'ici. Mais tous ces centres répondent à des fonctions intrinsèquement organiques, et par suite leur existence n'entraîne nullement, comme conséquence logique, « la localisation de l'esprit tentée à différentes reprises par tant de sectaires ». Leur disparition de la cérébrologie serait donc sans intérêt au point de vue spiritualiste, et on ne peut, en aucune façon, à cet égard, adhérer à des conclusions qui présentent l'opinion de Marie comme apportant « à la philosophie spiritualiste et chrétienne le plus utile appui » (Dr Surbled).

Nous aurons d'ailleurs l'occasion de dire, dans la suite de cet article, que le savant clinicien, parce qu'il ne *localise* plus à la façon classique, ne renonce point pour cela à localiser. Il localise même dans des termes qui seraient singulièrement troublants pour la philosophie « spiritualiste et chrétienne », s'il fallait concéder à sa thèse l'autorité que s'accordent à lui reconnaître les anti-localisateurs de toute nuance. Marie, en effet, après avoir confondu tous les centres en question dans la grande zone de Wernicke, dit de cette zone qu'elle est « non pas un centre *psycho-sensoriel*, mais un *centre intellectuel* » (1). L'opposition qu'il établit entre ces deux termes, montre bien qu'il entend le dernier au sens le plus anti-spiritualiste qu'on puisse concevoir, et l'explication qu'il en donne ne pourra sans doute que médiocrement satisfaire les partisans de la philosophie chrétienne : « *c'est à la lésion même de la ZONE DE WERNICKE en tant que centre INTELLECTUEL que je rapporte directement le déficit con-*

(1) *Sur la fonction du langage*, Revue de Philosophie, 1907, p. 211.

staté dans l'intelligence des aphasiques ; les troubles du langage ainsi déterminés chez eux sont dus à un trouble d'ÉLABORATION INTELLECTUELLE et non, comme le disent les auteurs, à un trouble de RÉCEPTION SENSORIELLE » (1).

Ceux qui auraient des doutes sur le sens de ces déclarations, pourraient se rappeler utilement les opinions de P. Marie sur l'évolution phylogénétique de l'organisme humain et de ses fonctions. L'auteur paraît bien être de l'école qui admet l'existence dans notre cerveau de cellules chargées d'y élaborer l'acte intellectuel et l'acte dit volontaire, comme nous en avons ailleurs qui élaborent du suc pancréatique, ou autre chose. Et voilà à quel point « les conclusions du professeur P. Marie, basées sur les solides assises de l'anatomie clinique et pathologique, sont favorables au spiritualisme » (2).

Il faut avouer, d'ailleurs, à prendre les choses en dehors de tout préjugé philosophico-religieux, que l'opinion de Marie, localisant les déficits aphasiques dans la zone de Wernicke, sans distinction de territoires spéciaux, n'oblige pas plus que l'opinion classique à conclure à la *localisation de l'esprit.* Il restera toujours, quel que soit le sort réservé par les recherches futures aux localisations cérébrales, qu'il existe un groupe d'opérations de l'âme qui s'accomplissent sans l'intervention intrinsèque et immédiate d'un organe corporel (3).

Sans doute, on peut abuser des doctrines, même les plus inoffensives ; ainsi il est arrivé que tous ceux dont les tendances matérialistes éprouvaient le besoin

(1) Pages 216-217. Nous avons souligné, dans la citation, comme l'auteur lui-même a souligné dans l'original.

(2) Dr Van der Elst, REVUE PRATIQUE D'APOLOGÉTIQUE, 15 décembre 1911, p. 460.

(3) « Est ergo quaedam operatio animae, quae intantum excedit naturam corpoream, quod neque etiam exercetur per organum corporale : et talis est operatio animae rationalis. » *Sum. theol.*, p. 1a, q. LXXVIII, art. 1. — Consulter aussi *Quaest. disp.*, q. *de Anima,* art. 10.

d'une confirmation basée sur l'observation scientifique, pensèrent la trouver dans les découvertes de la cérébrologie moderne, et se hâtèrent de conclure, de la localisation des images, « représentations *sensibles* », à la localisation de la pensée, « représentation *intellectuelle* en tant qu'intellectuelle » (1). Mais la liaison psychologique très intime qui existe entre ces deux ordres de faits ne légitime pas une pareille conclusion. Deux choses ne se confondent pas parce qu'elles sont liées l'une à l'autre, et ce serait une bien piteuse *échappatoire*, en même temps qu'une profonde erreur psychologique, de nier les rapports pour sauver la distinction.

Cette erreur, M. le Dr Ferrand, dans une brochure sur les Localisations cérébrales, la met au compte de *certains* vitalistes, dont le « représentant le plus autorisé » est le professeur Grasset : « Leur originalité réside dans la division arbitraire qu'ils tracent au milieu de l'étude des fonctions psychiques : il existe une distinction formelle à établir entre les fonctions utiles à la connaissance sensible et celles de la connaissance intellectuelle. Il y a deux psychismes. L'un est inférieur et n'est en somme qu'un automatisme physiologique ; de son ressort est l'étude de toutes les fonctions nécessaires à la connaissance sensible. Nous sentons, percevons, emmagasinons des images et de la mémoire au moyen des neurones spéciaux et nous pouvons même mettre en jeu leurs divers centres terminaux entre eux. Il n'y a pas lieu d'insister sur ce mécanisme fonctionnel : c'est celui que les associationnistes ont

(1) Mgr Mercier, *Psychologie*, t. II, p. 263, 7e édition. — M. le Dr Ferrand, à la page 41 de ses *Localisations cérébrales*, met Mgr Mercier au nombre de ceux à qui il reproche leurs sympathies pour les centres cérébraux d'images sensorielles. Nous jugeons, personnellement, que l'éminent archevêque de Malines doit être assez au fait de ce que les principes spiritualistes permettent de tolérer au sujet des localisations, pour que nous puissions être tranquilles sur les tendances de sa psychologie.

décrit. Mais de telles opérations n'ont rien de psychique, rien qui confine à l'intellectualité. Elles sont inférieures et, comme telles, isolées et parallèles aux actes intellectuels. Ceux-ci sont également isolés : leur étude n'est en rien servie par la physiologie, ne relève que de la psychologie et n'est pas atteinte par les conséquences des découvertes nerveuses précédentes » (1).

Que M. Ferrand, dans ces lignes, rende bien la pensée de M. Grasset, c'est une question que nous n'avons pas à examiner ici. Nous renvoyons les lecteurs qui désireraient avoir sur ce point des indications précises, à l'article publié par M. Grasset lui-même, en 1904, dans la Revue de philosophie, sous le titre : *Pensée et cerveau*. On y verra que le philosophe biologiste de Montpellier, en tant du moins que biologiste, se désintéresse passablement de l'affaire. Au Dr Surbled, qui reconnaît qu'« on ne pense pas sans cerveau, parce que l'idée se réalise au moyen des images et que le cerveau est l'organe de l'imagination », il répond en effet : « Ceci intéresse beaucoup le philosophe et le psychologue ; mais c'est bien indifférent au biologiste. Que le centre psychique organique ne serve qu'à habiller l'idée, à exprimer la pensée, ou qu'il intervienne autrement, qu'importe pour le biologiste ? » (2) Il semble évident, si l'on s'en tient à ces déclarations, que M. Grasset ne répugne nullement à admettre des relations assez intimes entre ses deux psychismes, les images de l'un servant à habiller les idées de l'autre. Et c'est bien le moins, en effet, qu'on puisse admettre en l'espèce. Mais lors même que la collaboration des deux psychismes serait encore plus étroite, il serait toujours vrai cependant, que certains caractères peuvent affecter l'un sans affecter l'autre, que, par exemple, la

(1) *Les localisations cérébrales*, p. 54.
(2) Revue de philosophie, article cité, p. 204.

localisation essentielle et immédiate du psychisme inférieur dans un organe déterminé, n'entraîne pas nécessairement une localisation semblable du psychisme supérieur. Puisque M. Grasset, après Pierre Janet qu'il cite, réserve à ce dernier psychisme ce qui concerne « la fonction psychique supérieure, siège de l'intellectualité supérieure, de la personnalité pleine et vraie, de la conscience entière et morale, de la liberté et de la responsabilité » (1), nous devons admettre, sans trop chicaner sur les expressions qui pourraient être parfois, philosophiquement, plus heureuses (2), que le distingué clinicien établit, entre ses deux psychismes, non pas seulement une différence de degré, mais une différence véritablement essentielle. Il reconnaît d'ailleurs explicitement qu'« Il y a lieu d'attribuer à l'homme une nature spéciale, caractérisée par le pouvoir d'abstraire et de raisonner d'après des principes généraux. Ce pouvoir crée entre lui et l'animal, *non une simple différence de degré, mais une différence d'essence* » (3).

C'est précisément cette différence essentielle entre ce qui est purement physiologique ou psycho-sensoriel, et ce qui relève du fonctionnement de l'intelligence et de la volonté, qui rend absolument inoffensive, au point de vue spiritualiste, la doctrine des centres corticaux de la mémoire des images motrices ou sensorielles. Nous pouvons donc en toute sécurité redire la parole parfaitement juste du Dr Surbled : « *On pense sans organe*, c'est Aristote qui l'a dit ; mais on ne pense pas

(1) Grasset. *Les centres nerveux*, p. 42.

(2) Un exemple seulement d'expressions qui pourraient être philosophiquement plus heureuses : Grasset a écrit : « Il y a autant de psychisme, autant de pensée, autant d'âme pour le spiritualiste, derrière les actes polygonaux que derrière les actes de O ». *Pensée et cerveau*, REVUE DE PHILOSOPHIE, 1904, p. 203. Autant d'âme, soit ; autant de psychisme, autant de pensée, non ; il n'y a même pas du tout de pensée polygonale, au sens strict du mot *pensée*.

(3) *Limites de la biologie*, p. 71.

sans cerveau, parce que l'idée se réalise au moyen des *images* et que le cerveau est l'organe de l'imagination » (1).

M. le Dr Ferrand semble croire cependant à l'existence d'un vrai danger. « Si les progrès physiologiques, écrit-il, n'avaient porté que sur la sensibilité générale ou sur la motricité,... les conséquences en eussent été limitées... Mais à cela ne se limite pas la physiologie. Des centres corticaux sont, dès le début, dès 1861, attribués au langage, et bientôt naît une collaboration entre les psychologues et les physiologistes, de laquelle sort la théorie psycho-physiologique du langage. Ces centres sont sensoriels ou moteurs, mais ils sont surtout qualifiés de centres d'images et même de centres de mémoire d'images. Les conséquences deviennent alors très importantes. » Quelles sont-elles ?... C'est « la répercussion des images et des centres d'images sur l'imagination même », et, par suite, sur l'étude « de toutes les fonctions psychiques qui, par leur réunion, expliquent la connaissance *sensible* ». Et comme « la sensibilité est un des moyens de la connaissance *intellectuelle*... voilà l'étude de l'intelligence, de ce que l'esprit humain a de plus élevé, entamé par la physiologie. L'origine des connaissances intellectuelles, leur influence sur la volonté, l'acte volontaire lui-même, sa liberté ou son déterminisme doivent se ressentir de ces prémisses physiologiques » (p. 42, 43, 44).

Sans doute, « l'origine des connaissances intellectuelles » se ressentira de ces prémisses ; il faut l'espérer, du moins, car le grand mal pour la philosophie ne serait-il pas, précisément, de trop ignorer le mécanisme organique des perceptions qui sont à la base de ces connaissances ?... Et en vertu de quelle étrange logique

(1) *Pensée et cerveau, à propos d'un livre récent du Dr Grasset*, article du Dr Surbled dans la REVUE DE PHILOSOPHIE, 1904, p. 196.

nous obligerait-on de conclure, de l'existence de nos centres de souvenirs sensoriels, à la matérialisation de nos actes d'intelligence ou de volonté ?... En tous cas, ce ne sera jamais pour l'unique raison que nos adversaires en philosophie peuvent abuser des données d'une science, que celle-ci nous sera suspecte. Jamais, d'autre part, nous ne devrions leur donner nous-mêmes l'occasion de faire contre nous un raisonnement semblable, en prétendant, au profit du spiritualisme, tirer d'une erreur, ou d'une prétendue erreur scientifique, des conséquences qu'elle ne comporte pas.

Qui sait, se demande le Dr Ferrand (p. 19), si, « quand il publia ses remarquables travaux pour démontrer l'inanité des centres d'images classiques du langage, M. Pierre Marie lui-même avait prévu l'usage que les psychologues actuels feraient de ses découvertes et le parti que pourrait en tirer la vieille philosophie spiritualiste ? S'il a entrevu ces conséquences, on ne peut que le féliciter d'avoir bravé les attaques de la plupart des neurologistes et porté ce coup droit à la philosophie périmée des associationnistes ! »

Si M. Marie a entrevu le parti que la vieille philosophie spiritualiste chercherait peut-être à tirer de ses travaux, cela, croyons-nous, l'aura prodigieusement amusé. Quant au courage qu'il lui a fallu pour braver les attaques de la plupart des neurologistes, il est sans doute minime : s'exposer à la contradiction scientifique n'a rien de particulièrement héroïque ; nous faisons même à M. P. Marie l'honneur de croire que rien ne peut lui être plus agréable que de voir ses collègues en neurologie contrôler ses travaux, vérifier ses prétendues découvertes, et n'accepter ses vues, comme il n'accepte lui-même celles des autres, que sous bénéfice d'un sérieux examen. Il comprendra d'autant plus facilement ces procédés, qui n'ont rien en soi de discour-

tois, que les faits qu'il allègue en faveur de son opinion comportent peut-être une autre explication que la sienne, comme semblent le prouver d'assez nombreuses et très sérieuses observations.

M. le Dr Ferrand, il est vrai, n'est point de cet avis. D'après lui, la cause est jugée : « philosophes et physiologistes brûlent ce qu'ils ont adoré. En même temps, les neurologistes montrent, par l'anatomie pathologique, l'inconstance des localisations motrices et sensitives et l'absence de localisation psychique (1), et les psychologues retirent au langage, à la mémoire, à l'imagination, etc... le bénéfice des images qu'ils déclarent inexistantes... La doctrine dite des localisations cérébrales vient donc de s'effondrer... Aujourd'hui le fait est acquis ; l'image est morte... Le point de départ des recherches sur les localisations cérébrales est faux (2) ».

Il est intéressant de se demander ce qui reste, après cette *exécution*, des centres de mémoire d'images admis par l'antique philosophie.

Mais avant d'aborder ce point particulier, et pour le mieux comprendre, peut-être convient-il de se faire une idée aussi nette que possible, de l'existence et du siège des autres localisations.

II

Toute fonction dont l'exercice requiert l'intervention essentielle et immédiate d'un organe, est nécessairement une fonction localisée.

Il y a ainsi, en nous, de toute nécessité, des localisations que nous pouvons appeler *élémentaires*, et des localisations *systématisées*.

(1) Sauf Marie, précisément, qui, nous l'avons vu, fait de la zone de Wernicke un « centre intellectuel ».

(2) *Les localisations cérébrales*, pp. 5, 6, 57, 82.

Les premières répondent aux fonctions qui s'accomplissent dans chaque cellule considérée en elle-même, dans sa vie propre, indépendamment des relations dynamiques qu'elle peut contracter avec les autres éléments de l'organisme. Les autres, plus complexes, répondent à des groupes de fonctions liées entre elles en vue d'assurer un résultat d'ensemble.

Elémentaires ou systématisées, ces localisations, considérées dans leur nature fonctionnelle, sont, ou des localisations physico-chimiques, ou des localisations physiologiques, ou des localisations *psycho-motrices*, ou des localisations *psycho-sensorielles* (localisations de sensations et localisations de représentations de sensations, phantasmes ou images).

1° Localisations physico-chimiques

La nature de ce travail ne comporte pas de longs développements sur les diverses réactions de synthèse et d'analyse dont chacun des éléments de l'organisme est le siège, et qui assurent, dans ces éléments, la régularité des processus d'assimilation, de désassimilation et d'élaboration de diverses substances utilisées sur place par l'élément même qui les a produites, ou employées ailleurs comme agents de fonctions variées intra- ou extracellulaires. Personne d'ailleurs, ne songera jamais à nier la localisation de ces fonctions primordiales. Il est inutile, d'autre part, d'insister sur leur caractère intime. Remarquons seulement que nous les appelons fonctions *organiques*, non pas pour l'unique raison qu'elles s'effectuent dans les êtres *organisés*, mais aussi parce qu'elles se présentent, et dans leurs résultats, et dans leur mode de production, tout autrement que dans le domaine de la matière brute. Par le côté où elles échappent ainsi à la pure physico-chimie, elles deviennent l'objet direct de la

physiologie, mais on peut toutefois, à ne considérer que certains de leurs caractères, les assimiler à des réactions ordinaires qui s'accompliraient en milieu inorganique entre éléments ou principes immédiats, et c'est en nous plaçant à ce point de vue que nous pensons pouvoir parler de *localisations physico-chimiques*.

2° *Localisations physiologiques*

Au-dessus de ces fonctions primordiales, essentielles et par conséquent communes à tous les êtres organisés, se développent des fonctions plus complexes, diverses selon les différents types d'organisation, mais qui possèdent toutes un caractère qui les sépare nettement des précédentes : on ne les observe à aucun degré dans les substances non vivantes. Elles sont bien, celles-là, irréductiblement, d'ordre *au moins physiologique*. Nous disons *au moins*, pour réserver dès maintenant la classe des phénomènes appelés *phénomènes psychiques*. Quelques-uns de ceux-ci, il est vrai, par certains aspects, appartiennent encore à la physiologie, mais ils comportent pourtant un caractère spécial qui les distingue franchement des phénomènes physiologiques purs : ils tombent sous la conscience, ils sont perçus, ils sont *sentis*, ils constituent les *sensations*. Parce qu'ils requièrent, comme essentiels, d'une part un acte psychique : la prise de conscience par l'âme et d'autre part un acte physiologique : le fonctionnement de l'organe sensoriel, ils sont du domaine de la *psycho-physiologie* (1).

(1) Il n'y a pas à entrer dans la discussion, d'ailleurs ici sans intérêt, de savoir si nous avons le droit de faire, parmi les fonctions psychiques, le départ de ce qui est strictement spirituel (intelligence, volonté), et de ce qui présente le caractère mixte de psycho-physiologisme (sensorialité). La psychologie étant, étymologiquement, la science de l'âme, tous les phénomènes qui se passent en nous devraient, de ce point de vue, relever de la psychologie,

Or, tout comme les fonctions physico-chimiques, les fonctions physiologiques sont localisées, depuis les plus simples jusqu'aux plus complexes, depuis celles qui dans chaque individualité cytologique président à l'accomplissement des phénomènes vitaux propres à cette individualité, jusqu'à celles dont l'exercice requiert l'activité d'un certain nombre d'éléments où cette sorte de service social se superpose aux fonctions d'ordre privé. Telles sont toutes les fonctions de nutrition et d'élaboration cellulaire, dans ce qui les caractérise comme fonctions du vivant ; telles sont les fonctions de reproduction ; telles sont encore les fonctions réflexes (1) et, jusque dans l'activité psychique (psycho-motrice et psycho-sensorielle), les fonctions d'innervation pure.

Il est bien évident que les localisations physiologiques, comme d'ailleurs les localisations précédentes, ne sont pas exclusivement cérébrales. Nécessitées par le fait que les fonctions auxquelles elles se rapportent sont des fonctions intrinsèquement organiques, elles sont assujéties à s'exercer là où siègent leurs organes. De ce chef, il n'y a pas un seul élément anatomique, cérébral on autre, du composé humain, qui n'ait son dynamisme physiologique propre, localisé dans cet élément même. Et si l'on observe dans le cerveau, outre ces

puisque l'âme, au sens scolastique, est le principe qui préside à l'exercice de toutes nos fonctions : « Anima rationalis dat corpori humano quidquid dat anima sensibilis brutis, vegetabilis plantis, et ulterius aliquid ; et propter hoc ipsa est in homine et vegetabilis et sensibilis et rationalis ». *Quaest. disput.*, De anima, art. XI. (La même doctrine est affirmée dans plusieurs documents ecclésiastiques.) Les divers phénomènes vitaux se présentant à notre observation avec des caractères propres à chacun d'eux, rien ne nous interdit de les distinguer d'après ces caractères : c'est ce que nous faisons.

(1) Un réflexe est un pur phénomène physiologique. Sans doute, si, par exemple, je percute mon ligament rotulien pour déterminer la contraction de mon quadriceps crural, j'ai conscience du coup porté sur le ligament, ainsi que de l'extension de ma jambe, déterminée par la percussion, et ce sont bien là deux sensations, sensation de percussion et sensation de changement dans les rapports squelettiques et musculaires, qui sont du domaine psycho-sensoriel, mais ce sont deux sensations surajoutées et qu'il faut dégager de l'ensemble pour avoir le réflexe pur.

fonctions cyto-physiologiques individualisées communes à tous les éléments, quelle que soit leur place dans l'organisme, des phénomènes physiologiques spéciaux, qui ne s'accomplissent que là, ce n'est point un privilège réservé à l'encéphale ; beaucoup d'autres régions sont au même titre le substratum de fonctions physiologiques particulières qui ne s'exercent en aucun autre endroit.

Il n'y a rien d'ailleurs, dans cette conception, qui puisse porter atteinte soit à l'unité de l'âme, soit à son mode d'union avec la substance corporelle totale : la philosophie spiritualiste n'est-elle pas la première à nous dire que les diverses parties du corps sont proportionnées aux diverses opérations de l'âme, celle-ci, considérée du point de vue de ses puissances ou énergies variées, se trouvant, dans chacune des parties de l'organisme, selon celle de ses puissances qui correspond à l'opération que cette partie doit effectuer (1) ?

3° *Localisations psycho-motrices*

Avec les phénomènes de *motricité volontaire*, nous sortons déjà de la physiologie pure.

Quelle que soit l'opinion que l'on tienne au sujet de la détermination libre, il est certain qu'il existe deux groupes de phénomènes moteurs qui ne sont pas en tous points réductibles l'un à l'autre. Si, par exemple, après avoir mis à nu l'écorce cérébrale, on l'excite en certains points spéciaux de la zone de Rolando, on provoquera la contraction immédiate de muscles déterminés, dans différentes régions du corps. Or ce résultat,

(1) « Diversae partes corporis sunt proportionatae ad diversas operationes animae. Unde secundum illam potentiam tantum (anima) est in aliqua parte quae respicit operationem quae per illam partem corporis exercetur. » *Quaest. disput. De Anima*, art. X. L'auteur a établi précédemment que l'âme, considérée dans son essence, est tout entière dans chaque partie de l'organisme.

le sujet peut l'obtenir de lui-même, en dehors de toute excitation artificielle de son écorce, par un simple acte de volonté : il *veut* provoquer la contraction de tel muscle, et il la provoque. L'agent excitateur (électricité, substances chimiques, etc.) employé dans l'expérimentation, est, dans ce cas, suppléé par un simple vouloir. Ce vouloir, en faisant intervenir dans le phénomène moteur l'action d'une faculté supérieure, nous permet de distinguer, au-dessus du simple mouvement réflexe, fonction physiologique, un mouvement d'un autre ordre, relevant d'une fonction *psycho-motrice*.

Or l'énergie psychique dont la philosophie spiritualiste réclame ici l'intervention est, quant à son application à l'exécution d'un mouvement déterminé, localisée cérébralement. Non pas que nous prétendions que l'âme, pour *se déterminer* à produire un mouvement, a essentiellement et immédiatement besoin d'un organe spécialement adapté à cette fonction purement spirituelle ; mais quand l'âme, indépendamment de tout organe de ce genre, a pris la détermination d'agir sur tel ou tel muscle de l'organisme, il faut bien, de toute nécessité, que son action se localise sur les éléments anatomiques de l'encéphale qui commandent ce muscle.

Il existe donc des localisations cérébrales motrices volontaires. On n'a d'ailleurs aucune raison de croire que les différents territoires sur lesquels la volonté agit pour amener la contraction de muscles déterminés, ne sont pas ceux-là mêmes que l'excitation expérimentale de l'écorce et les données de la pathologie anatomo-clinique ont permis d'assigner aux divers groupes musculaires. Les schémas topographiques qu'on en a donnés établissent des lignes de démarcation très nettes pour chaque groupe, sur chacun des hémisphères cérébraux, de part et d'autre de la scissure rolandique, sur les deux circonvolutions frontale ascendante et pariétale ascendante. Les nécessités de la représentation

schématique imposent de pareilles images, mais chacun sait que dans la réalité les limites des zones motrices sont assez indécises, et nul, pensons-nous, n'a jamais eu la prétention de les localiser à un centième de millimètre près, d'autant que leur situation peut varier d'un individu à l'autre, dans des limites, généralement, il est vrai, assez restreintes, mais cependant appréciables.

Que, par exemple, le groupe des cellules corticales qui préside, sous le commandement de la volonté, aux mouvements du gros orteil, au lieu de s'entendre symétriquement du fond de la scissure de Rolando, sur les flancs de la frontale et de la pariétale ascendantes, soit déjeté à droite ou à gauche, pour empiéter un peu plus ou sur celle-ci ou sur celle-là, il n'y a rien, en vérité, dans ce déplacement, qui soit de nature à ruiner la doctrine des localisations cérébrales motrices. On peut même le supposer plus considérable, et concevoir des cas où l'exploration expérimentale de l'écorce, seule ou aidée de l'observation anatomo-clinique, constatera l'absence absolue, dans ses limites classiques, de tel groupe moteur particulier, et son remplacement fonctionnel par une zone différente, chargée déjà d'un autre service ; cela prouvera, tout simplement, que des anomalies sont possibles là comme ailleurs, et qu'il peut se constituer des suppléances dynamiques accidentelles dans le domaine de la motricité volontaire comme dans beaucoup d'autres.

Ces réserves faites, nous pouvons accepter, comme suffisamment exacte, la répartition territoriale des centres psycho-moteurs corticaux, telle que l'ont établie les recherches les mieux contrôlées. Celles-ci consistèrent d'abord dans l'excitation artificielle de l'écorce, à la faveur de certaines opérations qui permirent de la mettre à nu. Ainsi furent localisées les régions motrices des membres supérieurs, des membres inférieurs, et de leurs principaux segments, échelonnées tout le

long des circonvolutions centrales : frontale ascendante et pariétale ascendante, séparées par la scissure de Rolando. Les groupes moteurs des membres supérieurs occupent la région moyenne des circonvolutions, de part et d'autre de la scissure; ceux des membres inférieurs, situés au-dessus des précédents, s'étendent jusque sur les bords de la grande fissure médiane interhémisphérique et débordent même sur le lobule paracentral, à l'intérieur de cette fissure.

Les expériences d'excitation corticale permirent aussi de constater que les membres d'un côté du corps sont mis en mouvement par l'action des centres psychomoteurs du côté opposé. Sans doute, ces expériences, en déterminant l'excitation des régions corticales par des procédés artificiels, provoquent des phénomènes moteurs dans lesquels la volonté n'intervient pas, et qui sont, en réalité, de purs réflexes. L'idée peut donc venir de se demander si l'on est en droit de conclure de l'existence de ces phénomènes expérimentaux à point de départ localisé, à l'existence d'une localisation de la psycho-motricité? Nous avons déjà fait remarquer que rien ne prouve que la volonté, quand elle commande un mouvement, agit pour le produire sur des centres encéphaliques autres que ceux qui, expérimentalement, gouvernent ce mouvement. Mais, de plus, des observations d'un autre ordre ne permettent aucun doute sur ce point.

Si l'on pouvait opérer à discrétion sur les hémisphères cérébraux d'un homme normal et y détruire, par exemple, la région dont l'excitation expérimentale provoque les mouvements de la jambe du côté opposé, et si, cette ablation faite, le patient faisait effort pour mouvoir volontairement ce segment de membre et n'y parvenait pas, on serait en droit de conclure que la volonté, pour opérer des déplacements d'organes par contractions ou relâchements musculaires, agit préci-

sément sur les zones qui représentent les différentes localisations motrices, et aussi que la voie nerveuse (principale) qui dessert, au point de vue de la motricité, chaque moitié du corps, a son origine organique et fonctionnelle dans l'hémisphère du côté opposé.

Or, ce que l'expérimentation ne peut se permettre, des accidents l'ont parfois réalisé. Souvent, dans ces cas, les déficits psycho-moteurs observés chez un malade ont pu, après sa mort, être expliqués par la constatation de lésions destructives de quelque région de l'écorce. Par la comparaison des lésions histologiques et des déficits fonctionnels, il a été possible d'établir que les zones dont l'excitation expérimentale produit une contraction musculaire déterminée, sont précisément celles dont la destruction rend la volonté incapable de produire cette même contraction. Les résultats de ces observations ne sont évidemment pas de nature à expliquer tous les cas. Ils permettent cependant d'affirmer que chez la majorité des sujets les groupes musculaires les plus facilement observables (comme ceux du membre supérieur et du membre inférieur) ont leur localisation psycho-motrice sur les mêmes circonvolutions, et au même niveau (1). D'autres localisations, comme celles du centre de la mastication, du centre de la phonation, du centre de la musculature du tronc, etc..., ne font aucun doute, mais ne se sont pas présentées avec une constance suffisante pour qu'il soit permis de leur assigner un siège fixe et identique chez tous les sujets. Quant à la question de savoir si chacun des muscles de notre organisme qui sont susceptibles d'être mus par un acte de volonté, est, normalement, dans l'écorce cérébrale, sous

(1) La précision absolue dans la localisation des centres psycho-moteurs est d'autant plus difficile que la configuration de l'écorce, les circonvolutions principales mises à part, peut varier beaucoup d'un individu à l'autre, selon la direction des sillons *atypiques*.

la dépendance d'une cellule unique, c'est là un point qui échappera sans doute toujours à l'observation. Ce que l'on en peut dire, toutefois, c'est que le fait constaté de l'existence des zones de confusion, ne tranche pas la question dans le sens négatif. Parce que l'excitation d'un point donné, à la lisière de deux centres psycho-moteurs, détermine la contraction de plusieurs muscles, il n'est nullement légitime de conclure que l'ébranlement provoqué dans une cellule de ce point limite s'est irradié sur des territoires voisins, de manière à assurer, par l'intermédiaire du prolongement cellulifuge d'un seul élément, la transmission de l'excitation à plusieurs muscles ou groupes musculaires. On peut concevoir tout aussi bien que l'action de l'excitant a porté à la fois sur les prolongements cellulipètes de neurones dont les corps cellulaires appartiennent à des zones différentes, mais dont les expansions peuvent envahir les zones d'à côté et constituer ainsi, à la limite de chaque centre psycho-moteur, des bandes de territoire mixte.

4° *Localisations psycho-sensorielles*

Moins précises encore, dans les limites de leur siège particulier, sont les localisations *psycho-sensorielles;* mais leur existence ne fait pas plus de doute que celle des localisations psycho-motrices.

Le terme de *sensibilité* pourrait être pris dans un sens très étendu et signifier, par convention, la faculté essentielle à tout protoplasme vivant de réagir sous l'influence d'un excitant appliqué dans des conditions convenables. Ce n'est que comprise de cette façon que la sensibilité a pu être attribuée au végétal. Au sens strict, elle comporte, avec la faculté de recevoir et la faculté de transmettre l'excitation et d'y répondre, la faculté de percevoir ce qui est reçu et transmis, la

faculté d'en prendre conscience, de le *sentir*. Ainsi entendue, la sensibilité est une caractéristique fonctionnelle du règne animal, et elle n'appartient aux plantes à aucun degré. Mais dans le règne animal lui-même, on peut concevoir cette faculté comme desservie par un dispositif *banal*, ou qui du moins nous apparaît comme tel (l'animal unicellulaire nous en offre le type le plus saisissant), ou par un dispositif hautement différencié et constituant des *organes* proprement dits de réception, de transmission et de perception. Ces organes sont, chez l'animal, les instruments de ses différents *sens* : c'est pourquoi nous appelons *sensorielle* la faculté complexe dont ces organes assurent le fonctionnement.

Nous n'avons à nous occuper de la sensorialité que chez l'homme. Toutes les fonctions partielles qui concourent à l'exercice de cette faculté sont localisées : la *réceptivité*, dans l'organe superficiel ou profond dans lequel se produit le premier ébranlement nerveux ; la *transmissibilité*, tout le long des voies nerveuses qui conduisent l'ébranlement depuis l'organe récepteur jusqu'au cerveau ; la *perceptivité*, dans le centre cortical. Ne nous occupons que de cette dernière.

La perceptivité, ou prise de conscience par l'âme de l'état particulier de nos facultés sensorielles consécutif à l'ébranlement nerveux spécifique initialement provoqué dans nos organes périphériques, ne s'opère pas dans ces organes, qui ne sont que des récepteurs-transmetteurs, ni dans les divers neurones échelonnés des organes à l'encéphale, et qui ne sont que des conducteurs indifférents. Il est certain que le dispositif histologique sensoriel n'est pas complet avec les seuls éléments des organes sensoriels et des différentes voies organo-médullaires, médullo-thalamiques et thalamo-corticales. Il faut leur adjoindre, du moins normalement, certains éléments de l'écorce cérébrale ; or ces derniers parais-

sent absolument inutiles si la perceptivité s'opère soit dans les organes des sens, soit sur le trajet de ces organes au cerveau.

Pourtant, comme il ne suffit pas de déclarer qu'on ne voit pas, dans certaines conditions de fonctionnement, l'utilité d'un organe, pour que cet organe, même dans ces conditions, soit, en fait, inutile, il ne sera peut-être pas hors de propos d'établir que c'est bien, en réalité, dans l'écorce cérébrale, que l'âme exerce normalement sa fonction de perceptivité ou, en d'autres termes, que la sensation externe, *en tant que phénomène psychique*, a son siège dans le cerveau.

Rappelons d'abord, brièvement, quelques notions essentielles. Toutes nos sensations ont pour point de départ un phénomène commun, à savoir un ébranlement nerveux, nécessitant pour se produire le contact de l'agent et de l'organe. Mais cet ébranlement initial, si nous parlons du mode normal d'excitation, n'est pas produit indistinctement, pour toutes nos sensations, dans les mêmes récepteurs, ni par les mêmes agents, et il n'aboutit pas non plus aux mêmes éléments du cerveau. De là la possibilité de phénomènes sensoriels variés, correspondant à nos sensations de toucher (ou de pression à ses divers degrés), de vision, d'audition, d'olfaction, de gustation, de douleur, de température (1).

Que toute sensation débute anatomiquement, au point de vue nerveux, par un ébranlement, c'est un fait qui semble définitivement acquis. Que peut bien produire, par exemple, sur une expansion nerveuse réceptrice, un excitant mécanique comme un tiraillement du nerf, sinon, tout d'abord, un ébranlement massif de la partie directement intéressée, ébranlement dont le caractère brutal ira s'atténuant à mesure que progressera, en se

(1) Les sensations de douleur et de température sont l'objet de controverses dont nous pouvons ici faire abstraction.

communiquant de proche en proche, la rupture d'équilibre initiale, jusqu'à ce qu'elle se résolve en une faible ondulation nerveuse, insensible à nos instruments de recherche les plus délicats ? Or ce qui se passe pour la sensation que provoque un excitant mécanique violent comme un choc, un pincement, un tiraillement, se passera aussi, avec des nuances dans l'intensité de l'ébranlement, pour les sensations déterminées par l'action d'excitants physiques ou chimiques.

Cela ne veut pourtant pas dire que nous connaissions encore, dans son essence, ce quelque chose qu'on a longtemps appelé l'influx nerveux, et qu'on appelle aujourd'hui plus volontiers ondulation nerveuse, ébranlement nerveux, et que l'on regarde « comme consistant en un changement dans les relations mutuelles des molécules constitutives de la substance nerveuse » (1). C'est que, envisager l'élément nerveux au seul point de vue de sa constitution moléculaire, ne nous donne pas de cet élément une connaissance adéquate : les neurofibrilles réceptrices constituent un appareil *vivant*, et c'est par là que la connaissance de la nature intime de leur ébranlement nous échappe, car nous ignorons de quelle façon et dans quelle mesure le caractère vital intervient dans la rupture d'équilibre moléculaire pour faire de ce phénomène autre chose qu'une pure réaction mécanique ou chimique.

Nous ne savons pas davantage en quoi consiste la différenciation de l'extrémité du prolongement nerveux qui est en rapport immédiat avec l'excitant. Nous savons seulement que cette différenciation est telle que l'extrémité réceptrice d'une voie sensorielle déterminée n'est accessible normalement qu'à l'action d'un seul excitant, qui est, par suite, *spécial* pour cette voie.

(1) *Traité élémentaire de physiologie humaine*, par Viault et Jolyet, 4e édition, p. 119.

Mais, si incomplètes que soient nos connaissances sur ces points particuliers, nous sommes cependant suffisamment renseignés sur l'ensemble des processus sensoriels pour pouvoir, pensons-nous, établir ce que nous avons affirmé plus haut, à savoir que ce n'est ni à l'extrémité réceptrice, ni sur le parcours de la voie nerveuse, mais dans l'écorce cérébrale, que l'âme prend conscience de la modification déterminée dans la faculté sensorielle à la suite de l'action soit des excitants spéciaux dans les organes périphériques, soit des excitants généraux en un point quelconque de la voie. C'est dans l'écorce cérébrale que l'acte ultime de la sensation se passe, et cet acte est localisé.

1. Toute lésion qui altère dans le cerveau des territoires bien connus comme intervenant dans la production de sensations déterminées, supprime ces sensations. Les organes sensoriels et les voies centripètes restent cependant parfaitement intacts, anatomiquement. Ils ne sont pas, d'ailleurs, frappés de mort fonctionnelle absolue : non seulement ils sont encore le siège de phénomènes de nutrition normaux, mais ils continuent d'assurer le service régulier de réception et de conduction, pour l'exécution de tous les réflexes qui ne réclament pas l'intervention des zones corticales lésées. Séparés du cerveau, les organes sensoriels et les voies nerveuses ne sont donc pas le lieu anatomique où l'âme prend conscience de la modification produite par l'action de l'excitant, puisque, dans ces conditions, l'excitation peut encore se produire, et que rien n'est perçu.

2. Le cerveau, au contraire, séparé des voies nerveuses et des organes sensoriels, peut être le siège de véritables sensations.

Cette séparation peut être réalisée expérimentalement chez les animaux, et l'on peut alors observer que l'excitation directe des territoires sensoriels encéphaliques détermine des réactions essentiellement sem-

blables à celles que l'animal manifeste sous l'influence d'excitations portées normalement à son cerveau par les voies nerveuses sensorielles : visuelles, auditives, etc.

Chez l'homme, des expérimentations de cette nature ne peuvent être réalisées, et la psycho-physiologie doit se contenter de mettre à profit les excitations d'ordre pathologique intéressant les territoires corticaux de la sensorialité. Or on sait que de pareilles excitations sont capables, en l'absence de tout ébranlement des voies nerveuses afférentes, de déterminer les sensations qui correspondent, dans le fonctionnement normal, à l'activité de ces voies. Les cas de ce genre, où la sensation, d'origine cérébrale, est due à l'existence d'une lésion anatomique irritante, sont sans doute à distinguer des cas d'hallucination proprement dite. Dans la plupart de ces derniers, l'examen *post mortem* des centres corticaux (et des noyaux de la base qui peuvent être, ainsi d'ailleurs que les tubercules quadrijumaux, dans certains cas de suppléance, le siège de diverses sensations) n'a révélé aucun déficit organique qu'on puisse mettre, avec certitude, en rapport avec les troubles hallucinatoires. Ceux-ci, d'ailleurs, se compliquent probablement d'altérations psychiques tenant à une autre cause que la lésion des centres sensoriels, si toutefois cette lésion existe. Dans les cas, en effet, où elle se présente seule, les sensations qu'elle provoque sont nécessairement très imprécises, puisqu'elles ne sont pas déterminées par leur excitant spécifique et qu'elles n'ont pas utilisé, pour se produire, le dispositif normal destiné à en assurer la précision. Les sensations hallucinatoires, au contraire, nous font voir, entendre, goûter... les objets avec la netteté d'une sensation qui serait déterminée, selon le processus sensoriel normal, par une cause externe agissant sur les organes périphériques. Quoi qu'il en soit, du reste, et de la cause qui provoque l'excitation des centres encéphaliques, et

du degré de précision de la perception sensorielle qui en résulte, ces observations n'en prouvent pas moins — et c'est tout ce que nous demandons — que le cerveau peut être le lieu de l'organisme où l'âme prend conscience des phénomènes de psycho-sensorialité.

Il en est d'ailleurs de même à l'état normal, et cela seul peut nous donner l'explication de certaines particularités relatives à la localisation de nos excitations sensorielles. C'est l'expérience qui nous apprend à rapporter l'action de l'excitant à l'endroit précis de son application. L'étude du développement de la vie sensorielle chez l'enfant et des observations expérimentales chez l'adulte, semblent ne permettre aucun doute à ce sujet. C'est pourquoi nos renseignements sont toujours fort imprécis sur le point de départ de celles de nos sensations dont le contrôle ne peut être que très difficilement établi. Dans ce cas, en effet, une éducation un peu délicate est normalement impossible. Ainsi en est-il, par exemple, pour certaines parties du territoire sensoriel du nerf de la dixième paire, appelé précisément, à cause de cela, *nerf vague*. Or, on ne voit pas pourquoi l'éducation serait nécessaire à la localisation de l'ébranlement initial, si l'âme prenait conscience soit de tout le processus sensoriel, soit de ses termes extrêmes, dans l'organe même où le dernier serait posé, par hypothèse, et où le premier se pose très réellement.

On comprend, au contraire, à merveille, la difficulté qu'il peut y avoir, si nous prenons conscience dans le cerveau du résultat d'une excitation produite ailleurs, à déterminer l'endroit exact de l'organisme où a débuté l'excitation, même en ne tenant compte que de ce fait certain, que les territoires de distribution radiculaire ne sont pas toujours isolés les uns des autres selon des lignes de démarcation très nettes. Il se constitue, par le fait du chevauchement des aires sensorielles, des zones de recouvrement desservies par des prolonge-

ments nerveux appartenant à des corps de neurones différents. Pour peu que l'on soit initié à la connaissance des voies nerveuses qui partent de ces zones mixtes pour se terminer dans le cerveau, on se rend compte, dans le cas où le contrôle ne peut pas être assuré par l'intervention des autres sens, de l'impossibilité, pour une faculté sensorielle encéphalique, de déterminer, non pas la zone de recouvrement prise dans son entier, mais le point précis de cette zone où a été appliqué l'excitant, — même en laissant de côté l'hypothèse, qui ne nous paraît pas absolument invraisemblable, de la division des centres *perceptifs* cérébraux en régions secondaires correspondant soit à la métamérisation médullaire, soit à la distribution territoriale, dans l'organe périphérique, des différentes expansions neuroniennes qui assurent l'innervation sensorielle de cet organe.

Il résulte de ces considérations une double conséquence, d'ailleurs établie par des preuves directes : la localisation de la perception dans une cellule spéciale (ou un groupe de cellules différenciées), *située au point terminus* de la voie, et l'*indifférence de la voie nerveuse*.

4. Que la perception, acte psycho-organique, soit un phénomène qui ait pour siège un ou plusieurs éléments anatomiques, cela ne souffre point, semble-t-il, de discussion. Que cet élément se trouve au terminus de la voie et non pas à son point de départ, cela ressort de tout ce que nous venons de dire pour tâcher de prouver que la fonction de perceptivité s'exerce dans le cerveau. De plus, ne paraît-il pas naturel qu'un phénomène qui requiert pour son accomplissement normal l'existence d'un dispositif sous forme de voie anatomique, s'achève à l'extrémité distale de cette voie, alors surtout qu'il est indubitable que cette extrémité intervient dans le phénomène, puisque sa lésion l'empêche de se pro-

duire ? Des arguments spéciaux peuvent d'ailleurs établir qu'il en est bien ainsi.

Remarquons d'abord que le fait est incontestable dans le cas de la fonction psycho-organique motrice : ce n'est évidemment pas l'élément anatomique — ici la cellule pyramidale de l'écorce — qui se trouve au point de départ de la voie, qui se meut, mais bien la cellule musculaire qui est au point terminus.

Nous pouvons constater, d'autre part, que si la voie, prise dans son ensemble, n'est pas indifférente quant au sens de la marche de l'ébranlement, elle l'est absolument quant à la nature même de ce dernier. Nous voulons dire que cet ébranlement n'a rien en lui-même qui le caractérise comme moteur plutôt que comme sécréteur ou sensoriel. En fait, il déterminera un mouvement, et pourra bien, de ce chef, être dénommé moteur ; mais cette dénomination est tout extrinsèque. S'il détermine un mouvement, c'est parce qu'il aboutit à une cellule particulière dont le cytoplasme s'est différencié, anatomiquement et physiologiquement, en vue d'une fonction, commune peut-être, dans ses caractères essentiels, à tout cytoplasme, mais qui, au moins, a pris dans le cas un développement tout spécial : la fonction de contraction.

Pour faire passer à l'acte la propriété de contractilité des myofibrilles, c'est-à-dire pour déterminer leur contraction, d'où résultera le déplacement relatif de toute la fibre et de tout le muscle, il est indispensable de produire dans la cellule une *incitation* dont la nature intime nous échappe, mais dont nous savons cependant qu'elle n'est pas nécessairement, de la part de l'excitant, de nature psychique ni organique. La preuve en est la possibilité de produire la contraction par des excitants purement physiques, comme l'électricité, et sans emprunter la voie nerveuse, par application directe de l'excitant sur le muscle. L'électricité est

indifférente, de sa nature, au point de vue moteur; elle ne devient motrice que parce qu'elle est appliquée à un organe qui est différencié, lui, dans le sens de la motilité. Le même courant déterminera une sensation s'il est mis en relation avec une voie nerveuse sensorielle ; il provoquera une sécrétion si on le fait agir sur un organe glandulaire. Dans ce sens, excitation motrice et courant électrique sont absolument comparables. L'expérience réalisée chez les animaux de la dérivation d'un nerf moteur dans la glande sous-maxillaire a depuis longtemps prouvé la légitimité de ce rapprochement.

5. Or ce que nous disons du nerf moteur, nous pouvons l'appliquer exactement au nerf sensoriel. Ce nerf conduit au cerveau un ébranlement qui n'est nullement spécifié comme sensoriel, et ce qui fait qu'il détermine une sensation au lieu de déterminer autre chose, c'est qu'il aboutit à une cellule différenciée pour la fonction de perception sensorielle, comme la cellule musculaire est différenciée pour la fonction de contraction d'où résulte le mouvement. Et ici il n'est pas nécessaire de recourir à l'expérimentation pour prouver que l'excitation déterminée dans les organes des sens produirait autre chose que des sensations si elle aboutissait dans une cellule autre qu'une cellule sensorielle : le dispositif normal de nos voies nerveuses nous fournit cette preuve d'une façon péremptoire. Nous savons, en effet, que les fibres myélopètes qui viennent des ganglions spinaux sont les prolongements cellulifuges de corps de neurones dont un autre prolongement, physiologiquement cellulipète, s'épuise dans les organes sensoriels périphériques. La fibre cellulifuge, après sa pénétration dans la moelle, se bifurque. Une des branches de bifurcation, ou bien, comme cela a lieu pour les fibres des cordons postérieurs, monte jusqu'aux noyaux du bulbe où elle s'articule avec les prolongements cellu-

lipètes d'un neurone qui, par son prolongement cellulifuge, gagne les centres encéphaliques, ou bien se met en relation, par ses arborisations terminales, dans la substance grise de la moelle, avec une cellule qui, elle, communique directement avec les centres supérieurs du névraxe. Quoi qu'il en soit du niveau de l'axe cérébro-spinal où s'épuise cette branche de bifurcation, c'est elle qui assure, pour sa part, le transport, jusqu'au cerveau, de l'ébranlement nerveux produit dans l'organe périphérique, ébranlement qui déterminera l'acte de perception sensoriel. Quant à l'autre rameau de la fibre ganglionnaire bifurquée, on sait qu'après être descendu dans la moelle un peu au-dessous du niveau de bifurcation, il s'infléchit pour pénétrer profondément dans la substance grise où il s'articule avec des prolongements cellulaires dont certains appartiennent à des cellules de la corne grise antérieure. Or ces cellules, de par leur prolongement cellulifuge, sont motrices. L'ébranlement que leur a transmis la branche de bifurcation du neurone périphérique dit sensitif, est donc appelé à déterminer, dans la cellule musculaire où il aboutit, une incitation qui se traduira en phénomène moteur. Ainsi, un ébranlement parti des organes sensoriels provoquera à la fois, et une sensation, et un mouvement, selon la nature de l'élément anatomique dans lequel il s'épuise. Et ce ne sont point là des exceptions dans le fonctionnement de notre organisme : c'est le régime normal de tous nos réflexes. Le phénomène est plus apparent dans les uns, moins apparent dans les autres, mais il est essentiellement le même chez tous. Nous nous rendons facilement compte du fait que le coup porté sur un de nos tendons amène le déplacement du muscle correspondant, en même temps qu'il provoque un phénomène d'une tout autre nature : la perception sensorielle du choc. Notre conscience, au contraire, ne nous dit pas que le même

ébranlement produit par un rayon lumineux provoque à la fois une sensation visuelle et un rétrécissement ou une dilatation de la pupille. Le mécanisme est pourtant le même dans les deux cas : le fait que l'extension de ma jambe est d'observation plus facile que celui de la contraction ou du relâchement des muscles longitudinaux ou circulaires de l'iris, ne suffit pas à introduire une différence essentielle dans les deux processus.

Il faut donc admettre que l'ébranlement nerveux est indifférent au point de départ, qu'il est indifférent sur tout le trajet, et que le phénomène ne se spécifie comme moteur ou comme sensoriel qu'au terminus de la voie.

Si on nous objectait que dans les prolongements cellulaires et les corps de neurones (et par suite dans toute la voie nerveuse) il existe, à côté de neurofibrilles conduisant un ébranlement spécifiquement moteur, des neurofibrilles dans lesquelles se propage un ébranlement spécifiquement sensoriel, on comprendrait sans peine que nous ne répondions pas, car nous faisons, à ceux qui auront le courage de nous lire, l'honneur de leur supposer, sur les questions de différenciation, d'embryogénèse et de régénération nerveuses, les connaissances indispensables à quiconque s'intéresse à la solution du problème présent, et dès lors l'objection tombe d'elle-même. Pour la même raison nous nous dispenserons de nous arrêter à la difficulté qui pourrait tout d'abord se présenter à l'esprit, d'expliquer comment l'indifférence de l'ébranlement peut se concilier avec la *spécificité* et la *qualité* des sensations (1).

Il est donc établi, croyons-nous, que l'acte de percep-

(1) Sur la question si discutée de la perception des qualités secondaires, nous nous contenterons de dire ici que les controverses auxquelles elle a donné lieu n'ont pu s'introduire qu'à la faveur de malentendus qu'une connaissance plus précise des conditions biologiques de notre activité psychosensorielle eût peut-être prévenus.

tion sensorielle s'accomplit dans des éléments situés dans des centres cérébraux (1). Il y a donc une localisation cérébrale psycho-sensorielle.

(A suivre). L. Boule, S. J.

(1) Le fait que l'excitation des zones sensorielles cérébrales, soit directement, soit par la voie nerveuse périphérique et centrale, chez des sujets où le dispositif sensoriel n'a jamais fonctionné (par exemple le dispositif visuel d'un aveugle-né), est inapte à déterminer la sensation correspondante, n'aura de valeur anti-localisatrice que le jour où l'on aura prouvé que chez de pareils sujets les centres dits sensoriels sont dans un état anatomo-physiologique irréprochable. Peut-on affirmer qu'il n'est pas nécessaire, comme il l'est pour d'autres organes, qu'*une première utilisation par voie normale* intervienne pour produire dans ces centres des modifications dont la nature et l'existence même nous échappent, mais qui n'en sont pas moins indispensables au fonctionnement ultérieur de l'appareil ?...

LA VALENCE CHIMIQUE [1]

APPENDICE

La perte de quelques feuillets d'épreuves a laissé une lacune dans l'étude sur *La Valence chimique* publiée dans les livraisons précédentes ; les pages qui suivent sont destinées à la combler : elles doivent être placées en tête de l'article paru dans la livraison d'octobre 1912, p. 535.

§ 3. — *La Valence de l'Oxygène*

Les combinaisons oxygénées de toute sorte étaient, pour ceux qui considéraient la valence comme une propriété atomique invariable, un des arguments les plus sérieux ; et en réalité la constitution de la majeure partie des composés oxygénés, s'explique fort bien par la bivalence de cet élément.

Depuis longtemps, cependant, l'étude comparée de ses combinaisons avec celles du soufre, d'une part, et celles de l'azote, d'autre part, avait conduit quelques chimistes à lui attribuer encore une valence différente.

C'est ainsi qu'en 1864 déjà, en raison de ses analogies avec le soufre, le sélénium et le tellure, Naquet (2) admettait la tétravalence de l'oxygène.

Buff (3) en 1866 appliquant aux peroxydes alcalins la conception de Naquet leur donne la formule suivante : $\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!O = O$.

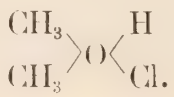
(1) Voir la Revue des Quest. scient., 3e série, t. XXI, 20 janvier 1912, pp. 125-163 ; 20 avril 1912, pp. 511-539 ; t. XXII, 20 juillet 1912, pp. 109-146 ; 20 octobre 1912, pp. 535-563.

(2) C. R., 58, 381 et 675.

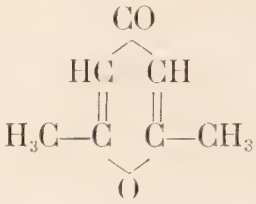
(3) Journ. Chem. Soc., 22, 360.

Pour Williamson la tétravalence de l'oxygène est prouvée par l'existence de l'oxyde de carbone et en 1871 Mendeléeff (1) se rallie également à cette manière de voir. « Puisque, dit-il, le chlore peut fonctionner comme élément heptavalent, nous n'avons pas de raison d'admettre que l'hydrogène et l'oxygène ne puissent également fonctionner avec d'autres valences que celles qu'on leur attribue généralement. »

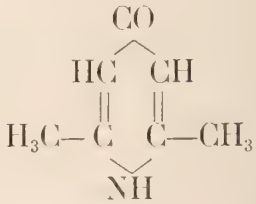
C'est Friedel (2) qui a fourni les premières données expérimentales relatives à la tétravalence de l'oxygène. En 1875, il montre que l'oxyde de méthyle forme avec l'acide chlorhydrique une combinaison bien définie à laquelle il attribue la consitution que voici :



Il faut ensuite attendre jusqu'en 1899 pour trouver de nouvelles expériences sur ce sujet; elles nous sont apportées par Collie et Tickle (3), dans leur remarquable étude des dérivés de la diméthyl-pyrone; ils montrèrent l'analogie complète que présente ce composé avec la diméthyl-pyridone :



Diméthyl-pyrone



Diméthyl-pyridone

Ce dernier forme des sels qui se combinent facilement avec les sels des métaux lourds, et sont analogues dans toutes leurs propriétés aux sels des amines : il en est de même de la diméthyl-pyrone. La stabilité et l'ensemble des propriétés de ces dérivés s'expliquent fort bien en admettant la tétravalence de l'oxygène, et en lui attribuant des propriétés basiques analogues

(1) Ostw. klass., n° 68, 108.
(2) Bull. soc. chim., 24, 166 et 241.
(3) Journ. Chem. Soc. (75) 710 et (85) 971.

à celles que peuvent présenter, le phosphore, le soufre et l'azote ; puisque ceux-ci donnent des bases du type :

$$PH_4OH \qquad NH_4OH \qquad SH_3OH$$

on peut admettre pour l'oxygène l'existence de la base hypothétique :

$$H_3O - OH \text{ Hydroxyde d'oxonium.}$$

Vers la même époque, Kehrmann (1) dans l'étude de certaines matières colorantes, sels d'azoxonium, était également arrivé à la conclusion que l'oxygène peut fonctionner avec quatre valences ; l'étude des dérivés du xanthydrol conduit Werner (2) au même résultat.

Ces faits furent généralisés en 1901 par Bayer et Villiger (3). Le principal mérite de leur travail est d'avoir mis nettement en relief les analogies présentées par l'oxygène et l'azote, dans la formation des sels.

D'une façon générale, sous quelque forme que se trouve l'oxygène dans une combinaison, soit sous forme d'éther, soit comme groupement hydroxyle, soit en double soudure avec le carbone, toujours il peut former des sels avec des acides et mettre en action deux valences supplémentaires. Avec des acides appropriés, ferro, ferri et cobalticyanhydriques, un grand nombre d'éthers, d'alcools, d'aldéhydes, d'acétones, d'acides, d'éthers d'acides, etc., fournissent des sels bien définis.

Cette propriété caractéristique de l'azote, de mettre en action, sous diverses influences, deux valences supplémentaires se retrouve donc également pour l'oxygène.

Mais les sels décrits par Bayer et Villiger ne doivent-ils pas être rangés dans la classe des combinaisons moléculaires ?

Walden (4) montre par voie physico-chimique qu'il

(1) Ber., 32, 2601.
(2) Ber., 34, 3300.
(3) Ber., 34, 2679 et 3612.
(4) Ber., 34, 4185.

n'en est pas ainsi : les sels de la diméthyl-pyrone, p. ex., sont de véritables électrolytes et la diméthyl-pyrone elle-même est une base faible, plus forte que l'urée, mais moins forte que l'aniline. Dains certains cas pourtant, elle peut jouer le rôle d'un acide : elle est donc de nature amphotère et peut, suivant les conditions, fournir des ions H^+ ou OH^-.

En 1900, Kanonikoff (1), se basant sur des mesures spectrométriques et la densité vraie qu'il en déduit ($D = \frac{n^2 + 2}{n^2 - 1} d$) admet dans plusieurs substances organiques un atome d'oxygène tétravalent. C'est ainsi qu'il donne à l'alcool cinnamique la formule :

$$C_6H_5 - CH = CH - CH_2$$
$$\qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad\qquad\quad OH$$

Gomberg (2), dans ses études sur la trivalence du carbone est amené à admettre la tétravalence de l'oxygène pour expliquer certains phénomènes d'addition, par exemple, celui du triphényl-méthyle à l'éther.

$$\begin{matrix}(C_6H_5)_3C \\ (C_6H_5)_3C\end{matrix}\Big\rangle O \Big\langle \begin{matrix}C_2H_5 \\ C_2H_5\end{matrix}$$

De même pour les réactifs de Grignard en solution dans l'éther, on admet la tétravalence de l'atome d'oxygène du dissolvant.

Dans ces dernières années on a expliqué la constitution de nombreux composés organiques, produits d'addition surtout, par la tétravalence de l'oxygène et la théorie oxonienne a pris un développement énorme.

Nous signalerons encore la formule que Smedley (3) propose pour le groupe carbonyle : $-C\begin{matrix}\diagup\!\!\!\!\diagup O \\ \diagdown OH\end{matrix}$ (prétendûment elle répond mieux à ses propriétés phy-

(1) Journ. soc. de chim. et de phys. russe, 32, 639.
(2) Ber., 34, 2730.
(3) Proced. chem. Soc., 25, 16.

siques et chimiques) et la formule que Stanley Redgrove (1) donne au méthylal $CH_2 \left\langle \begin{matrix} O - CH_3 \\ \| \\ O - CH_3 \end{matrix} \right.$ en raison d'expériences sur sa chaleur de combustion.

Ce n'est pas seulement dans certains composés organiques que l'on a été amené à admettre la tétravalence de l'oxygène, dans la chimie inorganique, aussi on s'est servi souvent de cette hypothèse.

Déjà en 1873, Thomsen (2) cherchait à expliquer la constitution de l'acide per-iodique, par la tétravalence de l'oxygène.

Tilden, en 1876 et Würtz (3), en 1879, cherchent à expliquer, d'une façon analogue, la structure des sels hydratés et des sels doubles.

Pour Friedel, la tétravalence de l'oxygène se trouve aussi démontrée par l'existence des quatrantoxydes, tels que :

$$Ag_4O \text{ et } Cu_4O—$$

En 1888, Heyes (4) discute longuement la tétravalence de l'oxygène. Partant de considérations sur la manière différente dont se comportent les oxydes BaO_2, PbO_2, MnO_2, SnO_2, SiO_2, il admet la tétravalence de l'oxygène et montre l'intérêt que présente cette hypothèse pour expliquer la constitution des combinaisons à eau de cristallisation, les polymérisations de l'acide acétique, des aldéhydes, etc., et en particulier les combinaisons moléculaires, dont la formation peut être attribuée dans certains cas à la tétravalence de l'oxygène.

Les expériences de Engler et Wild (5), d'après lesquelles l'oxydation des métaux alcalins se fait toujours avec la formation préalable de peroxyde, qui est décomposé par l'eau en hydroxyde alcalin et peroxyde d'hydrogène, les conduisent à rejeter l'équation figurative :

$$O = O + 2Na = Na - O - O - Na$$

et à la remplacer par celle-ci :

$$O = O + 2Na = O = O = Na_2$$

qui met en évidence la facilité avec laquelle le second atome d'oxygène peut être éliminé.

Brühl (6) admet la tétravalence de l'oxygène dans l'eau oxygénée ; les deux groupes hydroxyles y possèdent des propriétés spéciales qui le conduisent à la représenter ainsi : HO OH. Dans certaines conditions, l'eau se comporte comme un dérivé non saturé ; la propriété dissociante qu'elle possède à un si haut point s'explique par la simple liaison chimique des ions aux deux valences libres. L'eau oxygénée étant moins saturée encore que l'eau, elle

(1) Chem. News., 99, 194.
(2) Ber., 6, 433.
(3) Théorie atomique, p. 305.
(4) Phil. Mas. (5), 25, 221, 297.
(5) Ber., 30, 1669.
(6) Ber., 28, 2847, 30, 162 et 33, 1709.

devra posséder une force dissociante plus considérable : cela a été démontré expérimentalement par Calvert (1).

Dans les conditions ordinaires, les valences libres de l'oxygène dans l'eau tendent à se saturer, ce qui explique sa condensation moléculaire, sa polymérisation; si la molécule est double, on aura probablement la constitution $H_2 = O = O = H_2$; si elle est triple, on peut avoir une formule cyclique du type :

$$\begin{array}{c} H_2 = O — O = H_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ O = H_2 \end{array}$$

Pour Werner, si l'hypothèse de l'oxygène tétravalent permet d'expliquer la structure d'un nombre considérable de ces produits d'additions, elle ne suffit cependant pas à expliquer la totalité des cas.

Pour Werner, dans les combinaisons du type oxonien, l'oxygène peut encore mettre en action à côté de ses deux valences principales, une valence secondaire :

$$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!O + MeX = \begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!O \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot MeX$$

Si Me est remplacé par H, on aura le cas d'addition d'oxydes aux acides.

$$\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!O + HX = \begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>\!O \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot HX$$

Les dérivés oxoniques ne renferment donc pas un atome d'oxygène tétravalent, mais un atome d'oxygène qui met en action deux valences principales et une valence secondaire.

Les arguments que Werner fait valoir en faveur de cette thèse sont les suivants :

1. Il existe des dérivés oxoniques anormaux, c'est-à-dire des produits d'addition de plusieurs molécules d'oxyde R_2O à une molécule d'un sel métallique MeX ou d'un acide HX.

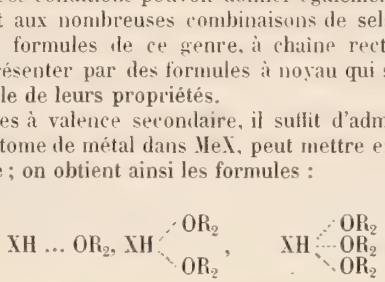
La saturation de l'oxygène tétravalent se faisant déjà avec une molécule,

(1) Ann. de Phys., 1, 483.

'addition d'une seconde molécule ne peut s'expliquer que par la formation d'un composé du type :

On devrait dans ces conditions pouvoir donner également aux hydrates des sels métalliques et aux nombreuses combinaisons de sels métalliques avec l'ammoniaque, des formules de ce genre, à chaîne rectiligne ; or on sait qu'on doit les représenter par des formules à noyau qui sont mieux en rapport avec l'ensemble de leurs propriétés.

Dans les formules à valence secondaire, il suffit d'admettre que l'hydrogène de HX, ou l'atome de métal dans MeX, peut mettre en action plus d'une valence secondaire ; on obtient ainsi les formules :



2. Ce qui semble confirmer la thèse de l'hydrogène à plusieurs valences secondaires, c'est que les produits d'addition des oxydes aux acides ou aux sels sont très analogues et par leur mode de formation et par l'ensemble de leurs propriétés.

Ainsi, la diméthyl-pyrone donne des dérivés absolument analogues avec HCl et avec $CuCl_2$:

$$OC_7H_8O + HCl = OC_7H_8O \ldots HCl$$
$$OC_7H_8O + CuCl_2 = OC_7H_8O \ldots CuCl_2$$

Si l'on ne veut pas donner à l'hydrogène une place toute spéciale par rapport aux autres éléments, il faut admettre qu'aussi bien que les métaux, il peut saturer plusieurs valences secondaires.

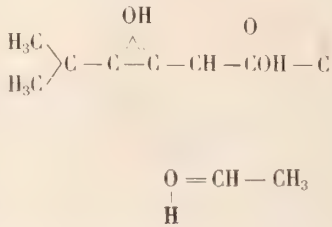
On a encore fait d'autres hypothèses au sujet de la valence.

Picini (1) en 1896 discute la constitution des peroxydes en se plaçant au point de vue du système périodique ; il arrive à la conclusion que les métaux n'y fonctionnent pas avec une valence plus élevée que dans leurs combinaisons normales, que l'oxygène au contraire s'y trouve avec une valence moindre.

On a discuté aussi la possibilité de l'hexavalence de l'oxygène. Flawistsky (2) en 1891 l'admet pour expliquer la constitution des composés à eau de cristallisation et des composés moléculaires, qu'il considère comme des combinaisons chimiques auxquelles il ne convient pas d'attribuer une place spéciale.

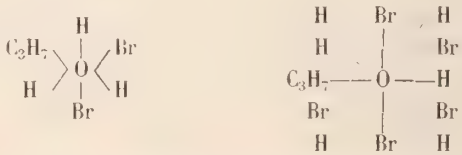
(1) Z. ANORG. CHEM., 12, 169.
(2) JOURN. SOC. DE CHIM. ET DE PHYS. RUSSE, 23, 125.

Kanonikoff (1) arrive au même résultat à la suite de ses recherches spectrométriques en comparant les valeurs de la densité vraie trouvées et calculées : il est ainsi amené à donner à l'oxalate de mésityle, par exemple, la formule très complexe que voici :



Il faut également citer ici la série des composés halogénés décrits par Archibald et Mac Intosch (2) $(C_2H_5)_2O.HI$, $(CH_3)_2CO.HBr$, $C_3H_7OH.2HBr$, $C_3H_7OH.5HCl$.

Ils donnent à ces deux derniers les formules :



Dans ce dernier composé, l'oxygène aurait donc une valence égale à 12 ; il est cependant beaucoup plus simple, pour expliquer sa constitution, d'admettre la plurivalence du chlore.

Wroczynsky et Guye (3) ont mis en évidence dans l'étude thermique du système oxyde d'éthyle-iodure de méthyle l'existence des trois combinaisons que voici :

$$(CH_3I)_3,\quad (C_2H_5)_2O$$
$$(CH_3I)_2,\quad (C_2H_5)_2O$$
$$(CH_3I),\quad (C_2H_5)_2O.$$

P. Bruylants.

(1) Journ. soc. de chim. et de phys. russe, 33, p. 78, 81, 108, 208.
(2) Trans. chem. soc., 85, 919.
(3) Journ. chim. phys., 8, 205.

VARIÉTÉS

L'ORGANISATION ET LA SITUATION ACTUELLE DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE EN BELGIQUE

L'agriculture belge jouit à l'étranger d'une excellente réputation, parfaitement justifiée d'ailleurs. Ce n'est pas cependant que le sol de la Belgique soit particulièrement favorable à la culture : En dehors de la zone centrale du pays, couverte de limon ou de sable limoneux et qui comprend environ 960 000 hectares, la terre arable est plutôt de nature très sablonneuse dans la Basse-Belgique, qui occupe 820 000 hectares au nord de la région centrale, et de nature argilo-calcaire ou schisteuse, froide et généralement peu profonde dans les 970 000 hectares de la Haute-Belgique, au sud du limon, où elle est, en général, formée sur place par la désagrégation des roches sous-jacentes (1).

Pas plus que le sol, le climat n'est exceptionnellement propice, et il faut chercher ailleurs les raisons de l'intensité et du développement remarquables de notre agriculture.

En tête de ces raisons il faut placer les qualités de l'agriculteur belge, intelligent, actif, avide de progrès ; et la densité de la population qui atteint en moyenne pour le pays 252 habitants par km² (2). Mais à ces facteurs il faut joindre, et pour une

(1) Pour être complet il faut ajouter à ces régions, 97 000 hectares de terre poldérienne argileuse, tenace, bordant la Mer du Nord sur une largeur de quelques kilomètres et la zone extrême Sud du pays (Lorraine belge), couvrant 94 000 hectares, constituée surtout de sol d'âge jurassique, de nature variable : argileux, marneux ou sableux.

(2) Maximum 374 et 270 habitants par km² dans les deux Flandres qui sont essentiellement agricoles ; minimum 99 et 52 habitants par km² dans les

bonne part, l'action très variée et très intelligemment comprise de l'État.

Ce n'est pas que le Gouvernement belge ait largement usé, au bénéfice des agriculteurs, des moyens douaniers dont il disposait ; au contraire, au plus fort de la crise agricole de 1880-1895, comme dans des circonstances plus récentes, particulièrement pénibles pour certaines catégories de cultivateurs, les planteurs de houblon, par exemple, l'État a pensé qu'il était plus sage de pousser au progrès des méthodes de production que d'appliquer au mal des remèdes artificiels dont l'efficacité pouvait n'être pas durable et qui pouvaient, par ricochet, être désavantageux pour une autre partie de la population belge. Aussi voit-on la plupart des produits agricoles étrangers entrer librement en Belgique et venir concurrencer la production indigène. Les exceptions à cette règle sont peu nombreuses ; elles atteignent surtout les avoines, qui paient 3 fr. aux 100 kilos ; la viande qui est imposée à raison de 3 à 5 centimes le kilo de poids vif (1), et de 15 et 30 centimes pour les viandes importées respectivement par demi-bêtes ou par quantités moindres ; le beurre et le raisin qui payent 20 et 30 centimes au kilo (2).

Convaincu de la puissance rénovatrice des méthodes scientifiques, l'État a préféré porter ses efforts sur le développement de l'instruction professionnelle du producteur agricole.

L'exposé qui suit montrera que ces efforts ont été couronnés d'un plein succès et que nos agriculteurs ont vaillamment répondu aux espérances que l'on fondait sur leur bon sens traditionnel et leur amour inné de leur profession.

I

HISTORIQUE DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE EN BELGIQUE

Les débuts de l'enseignement agricole en Belgique remontent aux premières années de notre indépendance. Dès 1832 une école

provinces de Namur et de Luxembourg, provinces les moins peuplées. Dans le Luxembourg, la population est généralement groupée autour de l'église du village et non dispersée dans la campagne souvent boisée ou inculte.

(1) Pour raison de préservation du cheptel vivant, le bétail sur pied n'est admis en Belgique qu'après avoir subi les formalités de la quarantaine, tandis que le bétail destiné à l'alimentation peut être dirigé directement vers les abattoirs des principales villes du pays.

(2) Nos raisins paient fr. 1,50 le kilo à l'entrée en France.

d'agriculture fut annexée au Collège d'Antoing, transféré à Leuze en 1834.

En 1836, l'État adopta et réorganisa l'école de médecine vétérinaire de Bruxelles, fondée en 1832, et qui devint l'École de médecine vétérinaire et d'agriculture de l'État.

En 1849, huit écoles d'agriculture ou fermes-écoles, et une école d'horticulture, organisées avec le concours de conseils communaux et de particuliers, recevaient les subsides de l'État. La plupart périclitèrent et disparurent après peu d'années ; quelques-unes cependant survécurent, entre autres celle de Thourout qui se maintint jusqu'en 1859, et celle de Leuze, qui existe encore aujourd'hui.

Une loi organique de l'enseignement agricole, votée le 18 juillet 1860, créa l'Institut agricole de l'État à Gembloux, qui s'ouvrit le 8 janvier 1861.

Jusqu'en 1884, la direction officielle des services de l'agriculture formant une section du département de l'intérieur, ne poussa pas très activement à la diffusion de l'enseignement agricole. En dehors de l'Institut de Gembloux et de quelques rares écoles, telles que celles de Vilvorde et Gand (horticulture) appartenant à l'État, les écoles libres d'agriculture de Leuze, d'Avelghem (créée en 1881) et l'école supérieure d'agriculture de l'Université catholique de Louvain (établie en 1878), l'enseignement agricole n'existait pas en Belgique et la vulgarisation de la science agronomique se faisait à peu près uniquement par des conférences d'hiver aux agriculteurs. Encore ces conférences étaient-elles en nombre relativement restreint (1).

En 1884, le Gouvernement catholique prit le pouvoir et l'un de ses premiers actes fut la création d'un Ministère de l'Agriculture autonome qui pourrait concentrer toute son activité sur le relèvement de l'agriculture nationale, alors en pleine crise.

Aidés par des fonctionnaires compétents et dévoués en tête desquels figuraient MM. Proost et Cartuyvels, aujourd'hui res-

(1) En 1882, 1883, 1884, il a été organisé respectivement 1116, 1138 et 1383 conférences agricoles diverses (agronomie, arboriculture, culture maraîchère, maréchalerie, zootechnie).

En 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911, le nombre des conférences purement agricoles s'élevait à 6816, 7106, 7382. (Voir tableaux p. 257 et 258). Pour que les données soient comparables il faut ajouter à ces derniers chiffres respectivement 2329, 2810, 3140 conférences d'horticulture (arboriculture, culture maraîchère, floriculture). On obtient ainsi un total de 9145, 9916, 10.522 conférences pour les trois dernières années.

pectivement directeur général en disponibilité, et inspecteur général honoraire au Ministère de l'Agriculture, les ministres qui se succédèrent à la tête de ce Département organisèrent immédiatement les services techniques destinés à venir rapidement en aide aux agriculteurs. Le corps des agronomes de l'État et les champs d'expériences furent institués dès 1885; les conférences aux agriculteurs furent multipliées et étendues aux diverses branches de l'activité agricole; plusieurs écoles nouvelles d'agriculture furent organisées, notamment celles de La Louvière en 1885, de Carlsbourg, de Grammont et de Virton en 1886, de Sottegem en 1888, de Hasselt en 1889, de Waremme et de Thielt en 1890.

Le 4 avril 1890, une nouvelle loi sur l'enseignement agricole fut promulguée. Elle modifiait quelque peu le régime de l'Institut de Gembloux, annexait des sections agricoles aux écoles d'horticulture de Vilvorde et de Gand, créait une école pratique d'agriculture de l'État (installée actuellement à Huy) et prévoyait l'allocation de subsides aux écoles et cours d'agriculture fréquentés par 15 élèves au minimum, acceptant les programmes officiels et donnant satisfaction à l'inspection de l'État (1).

Cette loi peut être considérée comme la charte fondamentale de l'enseignement agricole moyen et inférieur en Belgique. Elle permit aux promoteurs de cet enseignement de couvrir le pays de ce vaste réseau de cours et d'écoles de tous genres qui fonctionnent actuellement.

Aux noms des deux fonctionnaires éminents, cités plus haut, il convient d'ajouter celui de M. De Vuyst, aujourd'hui directeur général de l'Office rural, qui, inspecteur de l'enseignement agricole de 1893 à 1908, a puissamment contribué à son développement. De même M. Vanderyst, inspecteur de 1893 à 1905, et M. Schreiber, inspecteur ff. de 1905 à 1907, actuellement directeur général de l'administration de l'agriculture, ont apporté le concours le plus actif et le plus éclairé à la diffusion de l'enseignement agricole.

A la suite du vote de la loi de 1890, la direction de l'enseignement agricole s'efforça par ses instructions administratives,

(1) Ce sont là les conditions formelles et rigoureusement observées auxquelles est soumis l'octroi des subsides à tous les cours et écoles d'agriculture subsidiés, dont il sera question plus loin. Nous ne les répéterons pas à propos de chacun des genres d'institutions que nous décrirons.

l'action permanente et compétente de ses inspecteurs, l'octroi de subsides, etc., d'orienter les diverses institutions dans la voie du progrès. Elle obtint ainsi d'excellents résultats qui lui permirent de procéder en 1902, soit après une expérience de 12 ans, à une codification générale des dispositions officielles relatives à l'enseignement agricole.

Cette codification qui comporte vingt-deux fascicules s'appliquant chacun à un type d'école ou de cours d'agriculture, constitue actuellement un guide sûr qui facilite grandement la mission de tous ceux qui s'intéressent à la vulgarisation de l'enseignement agricole ; les prescriptions qu'elle formule sont appliquées par tous les établissements soumis à l'inspection de l'État.

Le département de l'Agriculture ne possède pas en Belgique le monopole de l'organisation de l'enseignement agricole. C'est ainsi que l'initiative privée a éditié notamment l'Institut agronomique de l'Université de Louvain, entièrement indépendant de l'État.

D'autre part, le Département des Sciences et des Arts a établi, depuis de longues années, un enseignement agricole dans certaines institutions relevant de sa juridiction, entre autre dans les écoles primaires rurales et les écoles normales d'instituteurs.

Toutes les provinces ont aussi créé ou subsidié des cours et sections d'agriculture.

Les institutions du Ministère des Sciences et Arts et celles des provinces visent un but moins professionnel ou sont d'existence plus récente que celles du Département de l'Agriculture. Elles ne pourraient que difficilement être intégrées dans cette étude de l'organisation générale de l'enseignement agricole belge. Nous en parlerons donc dans des chapitres séparés (III et IV).

II

LA SITUATION ACTUELLE DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE EN BELGIQUE

Les divers degrés de cet enseignement sont représentés par les établissements suivants :

Écoles pour garçons

DEGRÉ SUPÉRIEUR

Institut agricole de l'État à Gembloux ; Institut agronomique de l'Université de Louvain.

DEGRÉ MOYEN SUPÉRIEUR

Écoles libres de Carlsbourg, de La Louvière et de Leuze. — École pratique d'agriculture de l'État à Huy.

DEGRÉ MOYEN INFÉRIEUR

Vingt-six sections agricoles.

DEGRÉ PRIMAIRE SUPÉRIEUR

Se rattachent à ce degré :

1° Vingt-huit sections professionnelles primaires.

2° Les sections professionnelles agricoles *ambulantes* organisées et dirigées par les agronomes de l'État.

3° Les écoles, sections et cours de mécanique agricole, dont le nombre augmente d'année en année, peuvent être considérées comme des sections professionnelles à programme spécialisé.

4° Les cours d'agronomie organisés dans les athénées, écoles moyennes de l'État et dans les collèges ou écoles moyennes libres, pourraient pour le niveau scientifique, être considérés comme appartenant à l'enseignement moyen inférieur. Mais le temps réduit consacré à cet enseignement nous fait plutôt classer ces cours, qui ne visent pas directement la formation professionnelle des agriculteurs, dans l'enseignement agricole primaire

DEGRÉ PRIMAIRE INFÉRIEUR OU ENSEIGNEMENT AUX ADULTES

Les conférences diverses données en grand nombre aux agriculteurs adultes et aux militaires durant la saison d'hiver.

Écoles pour jeunes filles

DEGRÉ SUPÉRIEUR

Écoles normales agricoles établies à Héverlé et à Wavre Notre-Dame.

DEGRÉ MOYEN

Vingt écoles et sections ménagères agricoles permanentes.

DEGRÉ INFÉRIEUR

1° Écoles ménagères agricoles ambulantes (20 à 25 sessions par an environ).

2° Dix sections professionnelles primaires pour jeunes filles.

3° Conférences pour fermières.

Nous examinerons successivement l'organisation de ces divers genres d'institutions.

Enseignement agricole pour garçons

ENSEIGNEMENT AGRICOLE SUPÉRIEUR

L'Institut agricole de l'État à Gembloux et l'Institut agronomique de l'Université de Louvain forment les chefs des grandes entreprises agricoles, les directeurs d'industries agricoles, les propriétaires fonciers, les professeurs d'agriculture, les agronomes de l'État, les fonctionnaires supérieurs de l'administration des Eaux et Forêts, etc.

Les études y sont organisées sur des bases à peu près identiques, sauf cependant qu'à Gembloux, les cours de sciences naturelles sont donnés exclusivement aux élèves de l'Institut, tandis qu'à Louvain, les étudiants immatriculés à l'Université, suivent les cours de la faculté des sciences.

Jusqu'ici l'admission était accordée aux porteurs d'un diplôme universitaire, d'un certificat d'entrée à l'école militaire ou dans une école agricole supérieure, et aux élèves qui subissaient avec succès un examen portant sur les branches principales du programme des études secondaires (1).

Un arrêté royal du 19 août 1912 vient de modifier les conditions d'entrée à l'Institut de Gembloux. Désormais les étudiants réguliers, belges ou étrangers, devront présenter un certificat d'études moyennes complètes et réussir une épreuve en mathématiques. Ne seront dispensés de ces formalités que les élèves admis à l'école militaire ou dans une faculté technique universitaire, conduisant au grade d'ingénieur.

(1) A Louvain toutefois les récipiendaires porteurs d'un certificat d'humanités complètes ne devaient subir que l'épreuve en mathématiques. A l'avenir ils seront soumis, en outre, à un examen sur les langues.

A Gembloux et à Louvain la durée des études est de trois ans pour le grade d'ingénieur agricole. Les deux instituts ont organisé en outre, une quatrième année facultative de spécialisation comprenant les trois sections suivantes : 1° Agronomie et enseignement ; 2° Chimie et industries agricoles, délivrant le diplôme d'ingénieur des industries agricoles ; 3° Sylviculture, délivrant le diplôme d'ingénieur forestier.

Le programme des cours comprend toutes les sciences naturelles et les sciences appliquées professées dans les instituts d'enseignement supérieur agricole.

Outre ces sections préparant au grade d'ingénieur, l'Institut de Louvain a ouvert depuis 1908 un cycle de cours d'une durée de deux ans conduisant au diplôme de « licencié en sciences agronomiques ».

La licence est avant tout destinée aux futurs chefs d'exploitations agricoles qui désirent obtenir dans le temps minimum les connaissances scientifiques indispensables.

L'admission à cette section est accordée, sans autres conditions, aux porteurs du certificat d'humanités complètes ou après réussite d'un examen d'entrée.

Le programme est celui de la section des ingénieurs, débarrassé de toutes les branches qui ne sont pas d'intérêt direct pour l'agriculteur.

Les deux Instituts ont vu leur population scolaire s'élever notablement en ces dernières années.

L'Institut de Gembloux qui débuta en 1861 avec 37 élèves, a été fréquenté en 1908-09, 1909-10 et 1910-11, par 163, 168, 144 élèves dont plus de la moitié d'origine étrangère. Actuellement la population atteint 175 élèves environ.

L'Institut de Louvain, ouvert en 1878 avec une quinzaine d'élèves, a compté en 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911 : 160, 178, 200 étudiants inscrits (1).

L'enseignement donné par les deux écoles supérieures d'agriculture de Belgique est sensiblement équivalent. Leurs diplômes d'ingénieur agricole jouissent de la même considération et des mêmes privilèges. Et les résultats des concours organisés depuis quelques années entre ingénieurs forestiers sortant des deux instituts, en vue de l'admission dans l'administration des Eaux et Forêts, confirment entièrement cette opinion.

Au surplus les succès obtenus dans tous les domaines où s'exerce leur activité, par les anciens élèves de Louvain et de

(1) Le chiffre des élèves inscrits pour 1911-1912, n'est pas définitivement connu.

Gembloux ne peuvent que témoigner en faveur de l'excellence de l'enseignement qui leur fut donné.

Enseignement agricole moyen supérieur

Cet enseignement est représenté en Belgique par les écoles libres de Carlsbourg, La Louvière, Leuze et par l'école pratique d'agriculture de l'État à Huy. Cette dernière est régie par des dispositions spéciales. Son fonctionnement est à la charge de l'État.

Cet enseignement a pour but de former des chefs d'exploitations agricoles moyennes, des directeurs de petites industries agricoles, des régisseurs-chefs de cultures, etc.

La durée des études est de trois ans, sauf à Huy où elle est de deux ans.

Les élèves y sont admis après les études primaires supérieures ou les études moyennes inférieures.

Les instructions officielles prévoient pour les écoles de ce degré des subsides variant de 3500 à 5000 fr. suivant la valeur du personnel enseignant, le programme des études, le nombre des élèves, l'importance du matériel didactique, les expériences exécutées, etc.

Le nombre d'heures affectées aux études agricoles (dont le programme minimum est fixé par arrêté ministériel) ne peut être intérieur à 40 heures par semaine : 6 heures de théorie et 6 heures d'exercices pratiques dans les deux premières années et 8 h. de théorie et 8 h. d'exercices pratiques, en troisième année.

Le programme comprend les cours essentiels obligatoires et les cours facultatifs suivants : *Cours essentiels :* Physique, chimie, botanique, zoologie, agronomie, chimie agricole, cultures spéciales, zootechnie, comptabilité ; *Cours facultatifs :* Chimie analytique, arboriculture et culture maraîchère, sylviculture, aviculture, entomologie, apiculture, mécanique agricole, constructions rurales, technologie.

Les trois écoles libres mentionnées plus haut ont porté à leur programme, outre les cours obligatoires, la plupart des cours facultatifs et le temps libre de la semaine (qui comporte 28 à 30 heures de leçon pour chaque année), est occupé par les branches d'enseignement général (1).

(1) Pour l'école de Huy le programme, arrêté par le Ministre, comprend également les cours essentiels et la plupart des cours facultatifs ci-dessus indiqués.

Le corps professoral comprend entre autres : à Carlsbourg, 3 ingénieurs agricoles ; à La Louvière, 2 ingénieurs agricoles, un ingénieur civil, un médecin-vétérinaire ; à Leuze, 2 ingénieurs agricoles.

La fréquentation de ces écoles est généralement très bonne.

Depuis leur création de nombreux fils d'agriculteurs y ont reçu une formation agricole sérieuse.

Tableau de fréquentation.

Écoles	1908-09	1909-10	1910-11
Carlsbourg	59	54	52
La Louvrière	25	28	29
Leuze	95	96	97
Huy	25	21	29
Total.	204	199	207

Enseignement agricole moyen inférieur.

Les 26 sections agricoles du degré moyen inférieur sont réparties sur tout le territoire (1).

Elles sont annexées à des institutions libres d'enseignement général (collèges, écoles moyennes, etc.), et comportent ordinairement trois années d'études suivies par des élèves de 14 à 17 ans.

Le programme minimum imposé par le département de l'agriculture, comprend les branches suivantes :

Physique, chimie, botanique, zoologie, agronomie, chimie agricole, zootechnie, comptabilité.

En outre, la plupart des sections ont ajouté à ce programme l'un ou l'autre des cours facultatifs cités plus haut.

Le minimum de temps à affecter par moitié à l'enseignement agricole théorique et pratique est de 24 heures par semaine : 4 heures en 1re année, 10 heures en 2e année et 10 heures en 3e année.

Les subsides alloués varient de 1500 à 3500 francs suivant le programme général adopté, la composition du corps profes-

(1) Localités sièges des sections : Avelghem, Aerschot, Buggenhout, Chimay, Capelle au bois, Dinant, Ellezelles, Enghien, Florennes, Fleurus, Hasselt, Hal, Nieuport, Opwyck, St-Trond, Schaddeck, Sottegem, Thielt, Tirlemont, Thuin, Tongres, Virton, Visé, Waremme, Waterloo, Wavre.

soral, le temps affecté aux cours agricoles, le matériel intuitif utilisé, les expériences organisées, etc.

Dans toutes les sections, à peu d'exceptions près, l'enseignement technique agricole est confié à un ou deux ingénieurs agricoles. Trois sections utilisent les services d'un licencié en sciences agronomiques, ou d'un candidat en sciences naturelles ; deux autres ont pour professeur des instituteurs porteurs du certificat de capacité pour l'enseignement de l'agriculture.

Les circulaires ministérielles prescrivent (et l'inspection tient la main à l'observation de ces instructions), que l'enseignement soit avant tout expérimental et intuitif. Aussi le matériel didactique des sections, comme celui des écoles d'ailleurs, doit-il être complet, afin que les leçons de choses puissent être la règle générale.

Les frais d'acquisition de ce matériel étant assez élevés, le département de l'Agriculture en supporte une partie (de 30 à 50 %). Cette dépense d'installation est, en somme, placée à très gros intérêt, car elle fait produire le maximum de rendement à l'enseignement théorique qui, sans cela, resterait bien souvent trop abstrait.

Certaines écoles et sections se sont annexé une exploitation agricole dans laquelle les élèves suivent les travaux pratiques dans la mesure du temps disponible. Parfois les élèves participent personnellement à l'exécution de certains de ces travaux ; mais dans la plupart des écoles et sections l'enseignement pratique consiste surtout dans les exercices de physique, de chimie, de dessin, de comptabilité ; les excursions de botanique ; les visites d'exploitations agricoles, de cultures, d'étables bien tenues ; la fréquentation des concours agricoles ; l'assistance à des prélèvements d'échantillons d'engrais, d'aliments, etc.

La plupart de nos écoles et sections agricoles moyennes n'enseignent donc pas ce qu'on appelle ordinairement « la pratique agricole » ; elles n'apprennent pas aux jeunes gens à labourer, herser, semer, etc. Mais il faut noter que les élèves sont, en grand nombre, fils de cultivateurs, vivant chez eux de la vie rurale et y suivant de près tous les travaux de la ferme. C'est là qu'ils acquerront la pratique du travail agricole et l'habileté professionnelle, bien mieux que dans la meilleure école, dont les programmes scientifiques forcément chargés, absorbent tout leur temps.

Le but de l'école moyenne d'agriculture est de faire connaître aux élèves les bases scientifiques de l'agriculture, de leur

apprendre à observer, à interpréter, à se tirer d'affaire dans les situations diverses qui peuvent se présenter, bref à en faire des agriculteurs éclairés, sachant raisonner leur travail et se décider en connaissance de cause.

Ce but est facilement atteint lorsque les professeurs mettent à profit toutes les occasions que leur offrent les leçons expérimentales, les excursions, les visites, etc. pour tenir en éveil l'esprit d'observation et exercer le jugement de leurs élèves.

Voici la population totale des sections agricoles depuis 1900, déduction faite des chiffres relatifs à la section de Leuze qui a passé au rang d'école depuis 1908-1909 :

1899-1900	275	élèves	1905-1906	581	élèves
1900-1901	304	»	1906-1907	589	»
1901-1902	441	»	1907-1908	682	»
1902-1903	457	»	1908-1909	682	»
1903-1904	571	»	1909-1910	686	»
1904-1905	555	»	1910-1911	822	»

DEGRÉ PRIMAIRE SUPÉRIEUR

1° *Sections professionnelles agricoles primaires*

Ces sections ont débuté à titre d'essai en 1901-1902. On en compte actuellement vingt-huit (1).

Elles pourraient être comparées assez exactement aux écoles d'agriculture d'hiver qui existent en certains pays. Elles fonctionnent, en effet, durant la période hivernale, temps de repos pour le travailleur des champs.

Au début toutes ces sections furent annexées aux écoles primaires rurales ; l'enseignement y était donné par un instituteur porteur du diplôme de capacité pour l'enseignement de l'agriculture. Depuis, le cadre s'est élargi et actuellement il existe des sections indépendantes de l'école primaire (2).

(1) *Localités sièges des sections* : Ath, Aywaille, Bassevelde, Beauvechain, Bergilers, Bury, Bierbeek, Braine le Comte, Brugelette, Celles, Dilbeek, Enghien, Herstal, Langemark, Londerzeel, Moll, Olmen, Overyssche, Proven, Reckem, Ruysselede, St Georges sur Meuse, St Gilles-Waes, Theelen, Thumaide, Verlaine, Ways, Westerloo.

(2) Les sections de Ath, Braine le Comte, Herstal sont entièrement indépendantes. Celles de Enghien, Thuin sont rattachées aux sections agricoles du degré moyen. Les autres sections sont annexées aux écoles primaires.

En ce dernier cas les cours se donnent durant 3 ou 4 mois d'hiver, à raison de 2 ou 3 après-midis par semaine. Au contraire, lorsque la section est rattachée à l'école primaire, l'instituteur-directeur de la section, assisté parfois d'un technicien agricole, consacre hebdomadairement de 3 à 5 soirées de 2 heures ou 2 h. 1/2 à l'enseignement agricole auquel il ajoute habituellement des notions d'enseignement général très appréciées par les élèves (1).

Le programme des sections professionnelles agricoles primaires comprend l'agriculture générale, la chimie agricole, les cultures spéciales ; des notions d'anatomie et de physiologie animales, l'alimentation et l'exploitation des animaux (bétail, cheval, porc, volaille); les associations et la comptabilité agricoles.

Ce programme n'est pas imposé « ne varietur ». Il est susceptible de s'adapter à toutes les exigences régionales et, en pratique, la plupart des sections l'ont modifié suivant les besoins des auditeurs.

Les prescriptions ministérielles exigent qu'il soit donné un minimum de 120 heures de leçons et d'exercices pratiques, et elles prévoient l'allocation de subsides variant de 350 à 750 francs par an.

Dans certaines sections le personnel enseignant est constitué par un ou plusieurs ingénieurs agricoles assistés parfois par un médecin-vétérinaire chargé de la partie zootechnique de l'enseignement. Ailleurs ce sont des instituteurs en activité de service ou retraités, mais en tous cas diplômés pour l'enseignement agricole, qui donnent la plupart des leçons avec l'aide d'un spécialiste, ingénieur agricole, horticulteur diplômé, vétérinaire, etc.

La valeur de l'enseignement est appréciée par l'inspection confiée à l'agronome de l'État régional et aux inspecteurs de l'agriculture.

Lorsque la section est annexée à une école primaire et comporte des compléments d'instruction générale, l'inspecteur cantonal de l'enseignement primaire est chargé du contrôle de cette partie des cours.

Un examen clôture la session hivernale. Il a lieu en présence de l'agronome de l'État, des professeurs et éventuellement de l'inspecteur cantonal.

(1) De ce dernier chef le département des Sciences et des Arts, duquel relève l'instruction publique, alloue dans des conditions déterminées, un supplément de subside de 200 francs environ.

Il est délivré aux élèves qui satisfont à l'épreuve, un certificat constatant le succès obtenu.

L'organisation de ces sections professionnelles agricoles d'hiver a comblé une lacune de notre organisation. De là le succès qu'elles ont obtenu et qu'attestent les chiffres de fréquentation.

A première vue on pourrait ne pas distinguer nettement ces sections d'hiver, des conférences d'agronomie données pendant la même saison dans un grand nombre de communes belges. Cependant, les deux modes d'enseignement sont tout différents par leur durée, leurs programmes, leurs méthodes et leurs sanctions :

Les conférences d'agronomie comportent 10 ou 15 leçons d'une heure environ, dont 6 à 10 sont consacrées à l'étude des engrais et de l'alimentation des animaux ; une ou deux leçons ont trait à l'hygiène, au droit rural, aux associations agricoles, etc. Les développements de ces divers points se limitent forcément aux faits susceptibles d'applications pratiques, et l'exposé est surtout doctrinal : le professeur s'efforce de se mettre à la portée de son auditoire mais, en général, il n'interroge pas ; les assistants réservent leurs questions et leurs remarques pour l'échange de vues qui termine habituellement la séance.

Le matériel didactique est forcément réduit ; il se borne aux principaux échantillons des produits dont parle le conférencier. Enfin, le cours se clôture parfois par une composition écrite facultative, qui permet d'octroyer un livre d'agriculture aux 6 premiers concurrents.

Il en va tout autrement dans les sections professionnelles d'hiver où les professeurs disposent au total de 120 heures affectées à une étude plus détaillée de toutes les questions intéressant l'agriculteur : nutrition végétale et animale, hygiène, extérieur du bétail et du cheval de trait, lutte contre les ennemis des plantes et des animaux, comptabilité agricole etc. Dans certaines sections on a fort heureusement complété ce programme par des leçons de mécanique agricole.

Des interrogations fréquentes permettent aux professeurs de s'assurer des résultats de l'enseignement qui dans la plus large mesure possible est intuitif, grâce au matériel didactique dont la section dispose (1).

(1) Pour l'acquisition de ce matériel le département de l'Agriculture supporte la moitié de la dépense.

Enfin par l'examen écrit et oral qui clôture les cours, examen présidé par un délégué ministériel, et le certificat délivré aux élèves qui obtiennent au moins 50 % des points, la section revêt aux yeux du public agricole un caractère sérieux qui contribue largement à son succès auprès des jeunes cultivateurs.

Ces sections agricoles constituent, à notre avis, une des meilleures formes de l'enseignement agricole aux adultes. On ne peut que souhaiter de voir leur nombre s'accroître de plus en plus.

Le chiffre de fréquentaton de ces sections, qui était en 1902-1903, de 182 élèves (pour 7 sections), s'est élevé, au cours de l'hiver 1911-1912, à 1062 (pour 28 sections).

2° *Sections professionnelles ambulantes*

Elles constituent une variété très intéressante des sections précédentes. Tandis que celles-ci se réinstallent chaque année aux mêmes endroits, les sections ambulantes se déplacent d'année en année, se fixant successivement là où elles trouvent des locaux convenables et un auditoire suffisant (15 élèves au minimum).

Ces sections ambulantes ont débuté en 1904-1905, dans la province de Namur, grâce à l'initiative de M. Journée, agronome de l'État, aujourd'hui professeur à l'institut agricole de Gembloux. Depuis, elles se sont multipliées et actuellement les agronomes de l'État en ont organisé dans les provinces de Namur (2 écoles), Brabant, Limbourg (2 écoles), Liège (2 écoles), Hainaut (2 écoles) et Anvers.

Leur fonctionnement est calqué sur celui des sections fixes : les cours se donnent, durant les 3 mois d'hiver, à raison de 3 ou 4 séances de 3 à 4 heures par semaine.

Le programme est arrêté par le Ministre, sur la proposition de l'agronome de l'État-directeur, qui tient compte des besoins de l'agriculture locale. La plupart des agronomes ont ajouté au programme habituel quelques leçons de mécanique agricole pratique (fonctionnement, réglage, entretien, etc. des machines agricoles).

L'enseignement est confié généralement, dans chaque école, à plusieurs spécialistes : ingénieurs agricoles, médecin-vétérinaire, professeur de mécanique agricole, docteur en médecine (leçons d'hygiène), docteur en droit (notions de droit rural), etc. Il est entièrement à charge de l'État, mais les provinces de Namur, de Limbourg, de Liège, d'Anvers et les comices officiels

ou parfois les associations agricoles libres, allouent des subsides se montant respectivement de 300 à 600 fr. et de 100 à 250 fr. environ par session, sur un budget global variant de 1300 à à 2300 fr.

L'examen final a lieu devant un jury constitué par les professeurs et au moins un délégué de chacun des pouvoirs patronant l'institution.

Ces écoles ambulantes ont été suivies jusqu'ici, en moyenne, par 25 à 40 jeunes gens de 17 à 35 ans, dont plus de la moitié se sont présentés à l'épreuve de fin des cours.

Il faut souhaiter vivement que tous les agronomes de l'État suivent sans retard l'exemple heureux et si fécond en résultats, qui leur a été donné par quelques-uns de leurs collègues. Il entre d'ailleurs dans les vues de l'Administration centrale de l'Agriculture, et on ne peut que l'en louer, de voir se répandre le plus possible cette forme d'enseignement agricole qui paraît si bien répondre aux habitudes et aux besoins de nos agriculteurs.

3° *Écoles, sections et cours de mécanique agricole*

Le succès réel qu'obtiennent ces institutions est dû pour une grande part à la nécessité où se voient acculer de plus en plus les agriculteurs, par suite de la pénurie de main-d'œuvre, de recourir à l'emploi des machines agricoles. Le nombre de ces machines en usage dans les fermes s'est multiplié considérablement, mais il n'est arrivé que trop souvent que leur fonctionnement laissant à désirer, l'employeur se trouvait totalement incapable de se tirer d'affaire. De là des arrêts de travail, du retard jusqu'à l'arrivée du mécanicien envoyé par le vendeur et souvent des ennuis et des pertes sérieuses.

Les écoles et cours de mécanique agricole répondent donc à un réel besoin et leur fréquentation assidue s'explique aisément.

Il existe actuellement : trois écoles, à Mons, à Leuze et à Namur, et deux sections, à Avelghem et Fleurus ; en outre, dans les provinces de Brabant et de Liège, les agronomes de l'État ont installé des sections ambulantes qui fonctionnent pendant l'hiver et se déplacent tous les 2 ou 3 mois. Enfin, des cours de mécanique agricole en 10-15 leçons sont organisés dans les provinces de Namur, de Limbourg et de Luxembourg.

Cet enseignement de la mécanique agricole se donne exclusi-

vement pendant l'hiver et c'est là une autre raison qui explique la bonne fréquentation.

Dans les écoles et sections l'enseignement est à la fois théorique et pratique. La théorie comprend les notions d'agronomie, de sciences naturelles et de législation appliquées à la mécanique agricole ; la description des machines agricoles, des moteurs à vapeur, à explosion, électriques, etc.

Les exercices pratiques sont constitués notamment par le dessin, le montage, le démontage, le réglage des instruments agricoles, la conduite des moteurs et le travail du fer et du bois en vue des petites réparations à faire.

Cette partie pratique de l'enseignement est d'importance capitale. C'est par ces exercices surtout que les élèves acquerront les notions raisonnées qu'ils ne pourraient apprendre à la ferme ni par eux-mêmes, ni par les conseils de leurs parents.

Pour permettre ces travaux pratiques dans de bonnes conditions, les écoles surtout et les sections, ont créé des installations mécaniques assez vastes qui répondent à tous les besoins.

L'*École de Mécanique agricole de Mons*, organisée en 1902 par la Commission provinciale d'agriculture du Hainaut, avec le concours de l'État et à l'initiative de M. Lonay, à cette époque agronome de l'État, fut adoptée en 1907 par la province du Hainaut, qui prit à sa charge les frais de fonctionnement. Elle occupa, jusqu'en 1908, des immeubles anciens plus ou moins bien aménagés ; depuis 1908, elle est installée dans des locaux édifiés pour elle et parfaitement appropriés. Son personnel comprend trois ingénieurs agricoles, dont le directeur, un contre-maître et un mécanicien.

Les cours se donnent durant les mois de décembre, janvier et février, les mardis, jeudis et samedis, de 9 à 12 h. (théorie), et de 13 1/4 à 16 h. 1/4 (pratique).

A la fin de chaque session de trois mois a lieu, devant les professeurs (1), un examen qui confère à ceux qui le réussissent le certificat de mécanicien-conducteur de machines agricoles.

Durant les années 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911, 1911-1912 et 1912-1913, les cours ont été suivis respectivement par 42, 33, 45, 50 et 40 élèves.

L'école est soumise à l'inspection de l'État et jouit d'un subside annuel de 1500 fr.

(1) Depuis 1912, un délégué du Département de l'Agriculture assiste aux examens.

L'école de Leuze annexée en 1907 à l'école d'agriculture de la localité a vu, dès le début, son succès s'affirmer. Instituée à l'initiative de M. le chanoine Moulart, directeur, avec le concours du Département de l'Agriculture, elle occupe des locaux parfaitement aménagés et bien outillés.

Le personnel enseignant comprend trois ingénieurs agricoles, deux professeurs de l'enseignement moyen agricole, et trois contre-maîtres pour le montage, le démontage et le réglage des machines agricoles, le travail du fer et du bois.

Les cours se donnent trois après-midis (de 13 1/2 h. à 18 h.) par semaine, mais ils se poursuivent durant deux hivers consécutifs, à raison de trois mois par hiver (décembre à mars).

Les élèves qui terminent leur second hiver subissent un examen devant un jury, présidé par le délégué du département de l'agriculture et constitué par les professeurs, des ingénieurs-directeurs d'usines et des fermiers diplômés de l'école de mécanique agricole.

Durant les années 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911, 1911-1912 et 1912-1913, les cours ont été fréquentés respectivement par 77, 78, 65, 81 et 75 élèves.

L'école perçoit sur les fonds du ministère de l'agriculture un subside annuel de 3000 fr. (1200 fr. jusqu'en 1910).

L'école de Namur est organisée et dirigée par l'agronome de l'Etat circonscriptionnaire. Elle est à la charge du ministère de l'agriculture, mais elle reçoit de la province un subside de 350 fr. environ. Fondée en 1911-1912, elle a été fréquentée d'emblée par vingt-cinq élèves.

Les cours se donnent en un hiver (3 1/2 à 4 mois) à raison de quatre après-midis par semaine.

Le corps professoral comprend un ingénieur civil, professeur de mécanique agricole à l'Institut de Gembloux, deux ingénieurs agricoles et deux contre-maîtres.

Les installations, non encore définitives, sont plus modestes qu'à Mons et Leuze ; elles ont permis cependant aux professeurs de donner un enseignement sérieux.

Les sections de mécanique agricole. — Les sections permanentes établies actuellement à Fleurus et à Avelghem ont adopté l'organisation générale de l'école de Leuze.

Leur programme, un peu plus réduit, s'en tient spécialement à ce qui est relatif aux machines agricoles, machines à vapeur,

moteurs à explosion, etc.; une part moins large est faite au travail du fer et du bois.

Leur personnel enseignant comprend, à Fleurus, un ingénieur mécanicien et un ingénieur agricole; à Avelghem, un ingénieur agricole, un candidat en sciences naturelles et un contre-maître. Ces sections ont été suivies, en 1911-1912, par 22 et 30 élèves (1). Elles reçoivent un subside annuel de 1000 fr.

Sections ambulantes de mécanique agricole. — Installées depuis un an par les agronomes de l'Etat des provinces de Brabant et de Liége, ces sections ont fonctionné entièrement à charge de l'Etat, sauf les subsides accordés par les provinces et certains comices (2), à Tirlemont, Jodoigne, Huy (2 sessions), et Waremme, durant deux ou trois mois; elles furent suivies par 25 élèves à Tirlemont, 24 à Jodoigne, 25 (environ) à Huy, 16 à Waremme.

De programme et d'installations copiés sur ceux des écoles et des sections fixes, mais plus modestes en général, à cause de leur caractère temporaire, ces écoles ambulantes rendent cependant de grands services; leur nombre et leur succès ne feront que s'accroître.

Des cours de mécanique agricole, en 10 à 15 leçons, ont été organisés par l'Etat, à l'initiative de ses agronomes dans les provinces de Limbourg, Namur et Luxembourg et par quelques sections professionnelles d'agriculture (Enghien, Thuin). Ils sont consacrés uniquement à l'étude du fonctionnement, du montage, démontage, réglage des machines agricoles employées ou susceptibles d'être employées dans la région.

Ce programme strictement utilitaire a été très apprécié par les nombreux auditeurs de ces conférences (20 à 50 en moyenne par leçon).

Comme on peut s'en rendre compte par cet exposé, l'enseignement de la mécanique agricole prend en Belgique une extension de plus en plus grande.

(1) En 1909-1910 et 1910-1911 la section de Fleurus a compté 15 et 19 élèves. La section d'Avelghem a été instituée en 1911-1912.

(2) Le budget des sections ambulantes de mécanique agricole s'élève à 3000 fr. environ. Les subsides des provinces se montent généralement à 600 fr. et ceux des comices varient de 200 à 400 fr.

4° *Cours d'agronomie organisés dans les établissements officiels et libres*

Ces cours sont organisés aux frais communs des départements des Sciences et des Arts et de l'Agriculture dans 50 athénées et écoles moyennes de l'État et aux frais exclusifs du département de l'Agriculture dans 50 établissements libres.

Ils comportent une ou deux heures de leçon par semaine, données par un ingénieur agricole ou un professeur d'école moyenne. Le programme comprend l'étude de la plante, de l'animal et des associations agricoles.

Voici quelle a été la fréquentation durant le dernier triennat :

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Cours des établissements de l'État	1206	1116	1205
Cours des établissements libres	1254	1462	1657
	2460	2578	2862

Ces cours ne préparent pas à la profession de cultivateur ; là n'est d'ailleurs pas leur but. Ils s'adressent à des jeunes gens dont les uns, après des études moyennes, retourneront à la ferme paternelle, munis au moins de quelques notions de sciences agricoles ; dont d'autres aborderont les études supérieures, deviendront notaires, avocats, médecins et s'installeront à la campagne où ils occuperont des situations en vue. Ils auront ainsi vraisemblablement de fréquentes occasions de s'intéresser aux choses de l'agriculture, de participer à la direction des associations agricoles, peut-être même d'être plus directement utiles aux agriculteurs en apportant, en leur qualité de notaire ou de régisseur, des modifications à des baux de fermes calqués sur des types anciens contenant des clauses surannées, et, en tout cas, en s'occupant avec une certaine connaissance de cause, des intérêts du milieu rural dans lequel ils vivront.

Degré primaire inférieur ou enseignement aux adultes

Conférences agricoles aux adultes. — Elles se donnent depuis un grand nombre d'années dans les villages belges par des agronomes de l'État, des ingénieurs agricoles, des professeurs d'agriculture, des instituteurs diplômés pour l'enseignement agricole. Elles traitent des divers sujets qui intéressent les agriculteurs : les engrais, l'alimentation des animaux domestiques, l'hygiène,

la laiterie, les associations, le droit rural, la lutte contre les ennemis des plantes et des animaux, l'apiculture, l'aviculture, la maréchalerie, etc.

Par suite de la multiplication des cours agricoles de tous genres, le nombre de ces conférences a diminué quelque peu en ces dernières années, tout en restant cependant assez élevé.

Des *cours d'agronomie aux militaires* — innovation due à la Belgique — sont régulièrement organisés chaque hiver, de décembre à mars, dans les casernes où 20 inscriptions au moins sont recueillies.

Enfin depuis quelques années les associations et fédérations agricoles libres instituent des conférences avec l'aide financière et l'inspection de l'État.

Voici quelques chiffres au sujet de ces diverses conférences durant les années 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911.

CONFÉRENCES AUX ADULTES

Conférences des agronomes de l'Éta

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	1154	1157	1119
Auditeurs par conférence (1)	50	50	50
Nombre total de présences	57 700	57 800	55 900

Cours d'agronomie d'hiver

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	3170	3440	3670
Auditeurs par conférence	49	53	55
Nombre total de présences	155 330	182 320	201 850

Cours d'agronomie aux militaires

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	550	528	572
Auditeurs par conférence	27	23	26
Nombre total de présences	14 850	12 144	14 872

(1) Chiffres approximatifs.

Conférences d'apiculture

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	388	330	366
Auditeurs par conférence	26	26	26
Nombre total de présences	10 088	8580	10 248

Conférences d'aviculture (1)

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	355	336	437
Auditeurs par conférence	46	44	53
Nombre total de présences	16 330	14 784	23 161

Conférences de maréchalerie

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	252	240	252
Auditeurs par conférence	31	29	28
Nombre total de présences	7812	6960	7056

Conférences spéciales (2)

	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Nombre de conférences	655	752	614
Auditeurs par conférence (3)	50	50	60
Nombre total de présences	32 750	37 600	36 840

Ce tableau montre suffisamment le développement sérieux pris en Belgique par l'enseignement agricole aux adultes.

Pour être complet dans l'énumération des moyens mis en œuvre pour développer l'instruction professionnelle de l'agriculteur belge, il faut citer encore : les bibliothèques agricoles publiques et les services de renseignements gratuits pour agriculteurs.

Bibliothèques agricoles publiques. — Elles sont établies auprès des associations agricoles officielles et libres, des écoles d'agriculture, etc., par le Département de l'Agriculture qui fournit

(1) Ces conférences ont été suivies par un grand nombre de fermières.
(2) Conférences données à l'intervention des fédérations agricoles libres.
(3) Chiffres approximatifs.

gratuitement les livres. Ceux-ci doivent être catalogués et mis à la disposition des agriculteurs.

L'organisme détenteur d'une bibliothèque en est responsable et, chaque année, l'agronome de l'État régional doit faire au moins une inspection de ces bibliothèques.

Il existe actuellement 116 bibliothèques rurales et leur nombre augmente rapidement.

Services de renseignements gratuits pour agriculteurs. — Il existe, à l'Institut de l'État à Gembloux, un Service entomologique, un Service phytopathologique et une Station laitière, dirigés par les professeurs de l'Institut, où les agriculteurs peuvent adresser leurs demandes de renseignements ; la réponse leur est fournie sans frais.

De 1908 à 1911, les Services entomologique, phytopathologique et la Station laitière ont répondu respectivement à 1108, 921 et 472 demandes.

Dans le même ordre d'idées, les agronomes de l'État sont les conseillers techniques habituels des agriculteurs de leur région qui peuvent s'adresser à eux pour recevoir gratuitement tous les renseignements agricoles dont ils auraient besoin.

Les renseignements *verbaux* sont fournis aux séances que tiennent hebdomadairement tous les agronomes de l'État aux foires et marchés principaux de leur région. En outre, les fermiers peuvent s'adresser par écrit et en franchise postale, à l'agronome régional. Le nombre de consultations écrites s'est élevé en 1909, 1910 et 1911 à 2206, 2391, 2452.

Enseignement agricole pour jeunes filles

Il est superflu d'insister sur la haute utilité de l'enseignement ménager et agricole pour les jeunes filles de la campagne ; on est unanime aujourd'hui à la proclamer.

A cet égard notre Ministère de l'Agriculture a, depuis près de 25 ans, fait preuve de la plus louable initiative, et il n'est pas excessif d'affirmer qu'il est peu de pays où l'organisation de l'enseignement agricole pour jeunes filles ait atteint le développement que nous lui trouvons en Belgique.

DEGRÉ SUPÉRIEUR

Le degré supérieur de l'enseignement ménager agricole est représenté en Belgique, depuis un an, par l'institution, avec le

concours de l'État, d'une 5e année de spécialisation agricole auprès des écoles normales d'institutrices agréées de Wavre-Notre-Dame et d'Héverlé. Toutes deux disposent d'installations bien comprises et ont fait appel à un personnel diplômé de l'enseignement supérieur.

Ces écoles normales agricoles sont appelées à former les futures maîtresses des écoles primaires rurales, chargées de donner l'enseignement ménager agricole à l'école primaire ; mais elles prépareront également les professeurs des écoles ménagères agricoles professionnelles.

Leur programme comprend l'enseignement de toutes les branches ressortissant au domaine de la femme à la campagne.

L'utilité de ces sections supérieures est incontestable pour le progrès de l'enseignement ménager agricole. Leur avenir cependant pourrait souffrir quelque peu de la pénurie d'instituteurs et d'institutrices primaires, constatée en Belgique, notamment par suite de la multiplication des écoles primaires. Les jeunes diplômées, trouvant des situations immédiates à la fin de leur 4e année d'études, ne se décident que difficilement à prolonger leur préparation d'une année. Toutefois si, comme cela paraît probable, le Gouvernement instituait dès l'école primaire un 4e degré (7e et 8e années d'école primaire), à tendances professionnelles, la formation d'institutrices rurales devrait être modifiée en conséquence et la fréquentation des sections normales agricoles ou de cours analogues s'imposerait.

DEGRÉ MOYEN

Au degré moyen, la Belgique compte 19 écoles et sections ménagères agricoles permanentes.

1° *Écoles ménagères agricoles.* — Elles sont au nombre de 14, disséminées dans les diverses provinces du pays. Elles forment le degré moyen supérieur de ce genre d'enseignement.

La durée des études est généralement de deux ans ; le régime habituel est l'internat.

Leur programme comporte les notions de sciences naturelles et d'agronomie, la culture maraîchère, la floriculture, les éléments de zootechnie, la laiterie et la fromagerie, l'économie domestique (cuisine, couture, etc.), la pédagogie maternelle, l'hygiène, le commerce, la comptabilité et le droit usuel.

Le personnel enseignant est généralement composé d'insti-

tutrices primaires, pourvues du diplôme de l'enseignement ménager agricole.

Les instructions ministérielles prescrivent de consacrer hebdomadairement à cet enseignement au moins 10 heures de théorie et 20 heures d'exercices pratiques (laiterie, fromagerie, jardinage, économie domestique, etc.).

L'importance des subsides alloués varie de 1500 à 5000 fr. par an.

Toutes les écoles disposent des installations nécessaires à ces divers enseignements. Plusieurs de ces installations sont des modèles du genre.

Ces écoles ont rendu d'inappréciables services à de nombreuses jeunes filles de la campagne à qui elles ont inspiré un amour sincère du foyer rural.

Voici les chiffres de fréquentation de ces écoles (1) :

Écoles	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Bastogne	41	24	40
Berlaer	64	77	82
Bouchout	17	18	18
Brugelette	30	31	32
Celles	30	34	37
Cortemarck	22	31	41
Gooreind	16	16	17
Gysegem	31	26	22
Herve	32	26	29
Héverlé	23	18	22
Oosterloo	18	16	18
Overyssche	16	24	25
S'Gravenwezel	16	15	18
Virton	30	31	35
Total	386	387	436

(1) Population des écoles ménagères agricoles :

1899-1900 :	11 écoles,	209 élèves		1904-1905 :	11 écoles,	204 élèves	
1900-1901 :	11 »	180 »		1905-1906 :	12 »	253 »	
1901-1902 :	11 »	193 »		1906-1907 :	15 »	384 »	
1902-1903 :	11 »	212 »		1907-1908 :	15 »	411 »	
1903-1904 :	11 »	228 »					

2° *Sections ménagères agricoles.* — Elles constituent le degré moyen inférieur. Leur organisation présente avec celle des écoles les différences essentielles suivantes : Le programme comporte au minimum, durant un an, l'étude des principes de l'agriculture appliqués au jardin, de la laiterie et de la fromagerie, de l'économie domestique et de la comptabilité. La théorie doit occuper au moins 4 heures par semaine, de même que les exercices pratiques.

Le montant des subsides s'élève de 750 fr. à 1000 fr. par an.

Nous comptons cinq sections qui sont bien outillées et sont fréquentées comme l'indiquent les chiffres suivants (1) :

Nombre d'élèves

Sections	1908-1909	1909-1910	1910-1911
Champion. . . .	9 (2)	16	18
Jodoigne	—	—	16
Maulde.	15	16	19
Tessenderloo. . .	18	18	20
Waremme . . .	24	24	26
Total. . .	66	74	99

DEGRÉ INFÉRIEUR

1° *Écoles ménagères agricoles ambulantes.* — Ces écoles constituent une des particularités les plus intéressantes de notre enseignement agricole pour jeunes filles.

Elles ont débuté en mars 1890 à Soumagne (province de Liège) et de là elles se sont répandues dans toutes les provinces.

(1) Population des sections ménagères agricoles :

en 1899-1900 :	4	sections,	71	élèves
1900-1901 :	4	»	60	»
1901-1902 :	4	»	73	»
1902-1903 :	2	»	23	»
1903-1904 :	2	»	36	»
1904-1905 :	3	»	60	»
1905-1906 :	1	»	19	»
1906-1907 :	2	»	47	»
1907-1908 :	4	»	89	»

(2) Non subsidiée pour insuffisance du nombre d'élèves.

Depuis quelques années leur organisation a été copiée dans divers pays, notamment en France où quelques-unes de nos institutrices d'écoles agricoles ambulantes ont été appelées pour diriger temporairement les écoles départementales nouvellement créées.

L'école ménagère agricole ambulante correspond à l'école agricole ambulante pour garçons, dont nous avons parlé précédemment, avec la différence toutefois que cette dernière ne fonctionne que durant l'hiver, tandis que la première travaille toute l'année.

L'école s'installe successivement à la demande des administrations communales, des sociétés agricoles officielles ou libres et des particuliers, dans les communes où elles trouvent des locaux convenables et une population scolaire suffisante (15 à 20 élèves). Elle s'adresse aux jeunes filles ayant terminé leurs études primaires et capables d'exécuter tous les travaux de l'école. Aucune rétribution scolaire n'est exigée.

Lorsque le nombre d'élèves inscrites dépasse le maximum prévu (20 élèves), il est procédé à un examen éliminatoire.

De 1890 à 1900, les sessions duraient trois mois, mais en 1900 les cours d'économie domestique ayant été ajoutés au programme, leur durée a été portée à quatre mois.

Les cours se donnent tous les jours ouvrables, sauf le samedi après-midi ; exceptionnellement certaines écoles chôment tout le samedi, jour de travail plus intense dans les ménages.

Jusque vers 1894 les écoles fonctionnèrent surtout dans les provinces de Liége, Namur, Limbourg, Luxembourg. A partir de 1894, il s'en organisa successivement dans toutes nos provinces. Actuellement la direction en est confiée à l'agronome de l'État (1) qui s'occupe de l'organisation générale, des questions budgétaires et se réserve les cours de jardinage et de zootechnie élémentaire (particulièrement l'alimentation des animaux domestiques). Le personnel enseignant comprend en outre deux maîtresses qui résident à l'école en permanence, y dirigent tous les travaux et sont chargées des leçons. Ces maîtresses sont, en général, diplômées d'écoles ou de sections ménagères agricoles du degré moyen et depuis quelques années la plupart sont munies du

(1) M. Chevron, professeur à l'Institut agricole de Gembloux, dirigea l'école de Soumagne. De fin 1890 à 1893 la direction des écoles itinérantes fut exercée par M. Dijon, actuellement directeur de l'école d'agriculture de Huy et de 1893 à 1900 environ, par M. A. Collard-Bovy, conseiller de laiterie.

diplôme d'institutrice de l'enseignement primaire et du certificat de l'enseignement ménager agricole. La situation de ces maîtresses est restée précaire jusqu'en 1911 : leur nomination n'était faite que pour la durée d'une session et devait être renouvelée tous les quatre mois. Les traitements n'étaient alloués que durant les sessions. Depuis 1911, cet état de choses a été régularisé et les maîtresses sont pourvues d'une nomination et d'un traitement annuels, mais elles sont chargées de donner, outre l'enseignement des écoles ambulantes, des cours pour fermières durant l'hiver.

Le programme scolaire comporte l'étude de la laiterie, de la fromagerie, de l'économie domestique (cuisine, couture, lessive, repassage, tenue du ménage, entretien des ustensiles, des meubles, etc.), de l'hygiène, de la puériculture, du jardinage (culture maraîchère), de l'aviculture et de l'alimentation de l'homme et des animaux de la ferme : vache laitière, porc, basse-cour.

L'enseignement est théorique et pratique. Au régime d'hiver les exercices pratiques s'exécutent le matin (de 8 à 12 h.), les leçons théoriques se donnent l'après-midi (de 13 à 15 heures). Au régime d'été l'école fonctionne de 7 à 13 heures (pratique de 7 à 8 h. et de 10 à 13 h., théorie de 8 à 10 h. ou théorie de 7 à 9 h., pratique de 9 à 13 h.).

Pour l'étude théorique de certaines branches, telles que l'économie domestique et la laiterie, les élèves disposent généralement de manuels. A défaut de manuels le professeur remet ou dicte un résumé de ses leçons.

Les exercices pratiques se rapportant aux diverses branches sont effectués à l'aide du matériel dont disposent toutes les écoles : matériel de laiterie et fromagerie, (une ou deux écrémeuses, une baratte, un malaxeur, un réfrigérant, ustensiles pour la fromagerie, pour le contrôle du lait, etc.), matériel de cuisine, de lessivage, de repassage, machine à coudre, etc.

Pour l'exécution du travail pratique les élèves sont réparties à peu près comme suit, en quatre groupes, à raison de quatre ou cinq élèves par groupe : Le premier groupe s'occupe du contrôle du lait et de la fabrication du beurre ou du fromage. Le second groupe est chargé de la cuisine (préparation du repas de midi, que les élèves du groupe prendront à l'école; fabrication du pain; mise en conserves de fruits et légumes; service de la table, etc.). Le troisième groupe lessive, repasse le linge, etc. Le quatrième groupe s'applique à la couture : coupe, confection

et raccommodage du linge, des vêtements simples et les plus usuels.

Chacun de ces groupes exécute la même besogne durant huit jours consécutifs, puis les attributions changent, de telle manière que, en un mois, les quatre groupes aient accompli le cycle complet des travaux. Après quatre mois les élèves ont donc participé quatre fois à chacune des opérations.

Les résultats fournis par cet enseignement ménager agricole, nomade, sont surprenants. Il est réellement remarquable de constater combien, en une période de quatre mois, des élèves appliquées peuvent acquérir de connaissances de la plus haute utilité.

Aussi les sessions sont-elles généralement très bien suivies. Certaines provinces telles que la province de Luxembourg (la plus étendue des neuf provinces belges) comptent jusque trois écoles fonctionnant simultanément et avec le plus vif succès. Dans les autres provinces il existe une école ambulante, sauf dans les provinces d'Anvers, de Namur et dans la Flandre occidentale qui en comptent deux, et dans le Hainaut qui depuis plusieurs années n'en possède plus.

L'inspection des écoles ambulantes est confiée aux inspecteurs de l'agriculture et à deux inspectrices de l'enseignement ménager agricole, s'occupant respectivement des écoles de la partie flamande et de la partie wallonne du pays.

Les sessions se clôturent toujours par un examen portant sur l'ensemble des matières étudiées et des travaux effectués. Il est présidé généralement par un membre de l'inspection et chacun des pouvoirs patronnant l'école a droit à être représenté au jury. L'épreuve est théorique (orale et écrite) et pratique. Il est délivré un certificat aux élèves qui obtiennent au moins 50 % du total des points.

Le budget des écoles ambulantes varie de 2000 à 2500 fr. Il est à la charge de l'État, mais afin d'obtenir la multiplication des sessions au profit de leurs administrés, la plupart des provinces interviennent par voie de subsides qui se montent de 150 à 600 fr. par session. En outre la commune met généralement le local à la disposition de l'école et le comice agricole ou l'association libre allouent habituellement de 100 à 250 fr.

Telle est, esquissée à grands traits, l'organisation des écoles ménagères agricoles ambulantes qui ont rendu et continuent à rendre dans nos campagnes les plus précieux services aux jeunes filles de petits agriculteurs, qui ne pourraient quitter,

pour plusieurs mois, la maison paternelle, mais qui, disposant d'une partie de leurs journées, surtout au temps de chômage des travaux agricoles, peuvent ainsi, tout en suivant des cours très utiles, donner à leurs parents, avant et après les heures de classe, l'aide dont ils auraient besoin.

Depuis leur institution en 1890 il a été organisé 404 cours de trois ou quatre mois, qui ont été suivis par 6000 élèves environ, dont 5255 ont obtenu leur certificat final.

En outre, de 1892 à 1899, il a été établi 35 cours d'une durée de 30 jours, qui ont été fréquentés par 550 élèves environ.

Durant les trois années 1908-1909, 1909-1910, 1910-1911, il a été créé 79 cours, fréquentés par 1400 élèves, dont 1221 ont été diplômées.

2° *Sections professionnelles agricoles primaires pour jeunes filles.* — Ces sections correspondent aux sections professionnelles primaires pour jeunes gens. Elles sont basées sur les mêmes prescriptions ministérielles qui exigent 60 heures de leçons théoriques et 60 heures d'exercices pratiques pour obtenir le subside variant de 350 à 750 francs.

Le programme est la réduction de celui des sections ménagères agricoles permanentes. Celles-ci s'adressent aux jeunes filles pouvant faire d'affilée au moins une année complète d'études, tandis que les sections primaires sont ouvertes à celles qui ne disposent que de quelques heures par semaine et veulent se perfectionner tout en s'occupant régulièrement à la maison paternelle.

Les sections primaires agricoles pour jeunes filles n'existent encore qu'au nombre de dix, mais, lorsque cette institution qui débute sera mieux connue, leur nombre se multipliera, car l'organisation peut s'adapter aux conditions les plus variées. Ainsi certaines sections donnent leur enseignement à raison d'une après-midi complète (quatre heures environ) par semaine, pendant toute l'année ; d'autres concentrent les cours durant les mois d'hiver ; dans d'autres enfin, le travail pratique se fait durant deux ou trois heures en semaine, les leçons se donnant le dimanche.

Les dix sections (Appelterre, Baelegem, Borsbeke, Ter Banck (Héverlé), Vezon, Ressegem, Rondu, Salmchâteau, Vorst, Zeelhem) sont suivies chacune par 18 à 28 élèves.

3° *Conférences pour fermières.* — Afin de compléter le réseau

d'institutions créées au bénéfice de la femme de la campagne, le département de l'agriculture a organisé depuis dix ans des conférences sur les divers sujets intéressant la fermière : alimentation du bétail, laiterie, aviculture, culture potagère, économie domestique (cuisine, conservation des légumes etc.), puériculture, hygiène etc.

Ces conférences sont instituées par l'Etat à l'intervention des agronomes officiels ou par l'intermédiaire des cercles et fédérations de cercles de fermières (1). Elles ont obtenu partout le plus vif succès, comme le montrent les chiffres ci-après. Aussi les demandes de ces conférences sont-elles nombreuses et le département de l'agriculture s'efforce-t-il de les satisfaire dans la plus large mesure possible.

Voici le nombre de conférences pour fermières, organisées de 1909 à 1911 et le chiffre des présences (2) :

Années	Nombre		
	de leçons	d'auditrices par leçon	total des présences
1908-1909	292	96	28 032
1909-1910	323	71	22 932
1910-1911	392	67	26 264

Si nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur l'extension prise en Belgique par l'enseignement agricole à tous les degrés, nous constaterons qu'aucun groupe d'agriculteurs n'a été oublié ; tous, hommes et femmes, adultes et jeunes gens, ont à leur portée quelqu'institution qui répond à leurs besoins.

Pour les hommes, à côté de l'enseignement supérieur, des écoles et des sections moyennes et des cours annexés aux établissements d'instruction générale, s'adressant tous à la jeunesse, se placent les sections professionnelles primaires à programme relativement développé, les mêmes sections ambulantes, les écoles, sections et cours de mécanique agricole, destinés surtout aux adolescents qui ont quitté l'école depuis peu d'années, mais où nous avons cependant rencontré des hommes faits ayant jusque 50 et exceptionnellement 60 ans.

Enfin pour couronner cet ensemble, les conférences publiques

(1) Ces dernières conférences sont inspectées par les agronomes de l'État.

(2) Ce tableau pour être complet devrait comprendre en outre une partie des conférences spéciales dont il a été question plus haut (p. 246) et qui s'adressaient aux fermières.

sur les diverses spécialités agricoles, données en hiver dans toutes les communes rurales à tour de rôle, offrent à tous l'occasion facile de se mettre au courant des principes de la science agricole, ou de se les remémorer.

Et l'organisation est aussi complète pour l'enseignement des jeunes filles et des fermières.

Nous pouvons répéter ici, et avec plus de raisons encore, la conclusion d'une étude que nous avons publiée en 1902 (1) : « La comparaison entre le développement de l'instruction professionnelle agricole en Belgique et à l'étranger est certes à notre avantage. Notre pays, en effet, possède la plupart des types d'institutions d'enseignement agricole ».

Est-ce à dire que tout soit parfait et qu'il n'y ait plus rien à faire ? Nullement ; les institutions existantes, par le bien qu'elles réalisent, sont au contraire une invitation pressante à les multiplier. Il reste encore beaucoup à faire pour que l'enseignement agricole porte ses fruits dans tous les coins de la Belgique. Le Département de l'Agriculture se doit à honneur de développer de plus en plus l'œuvre si utile à laquelle il s'est dévoué depuis 27 ans avec une si belle ardeur : il ne faillira pas à ce devoir !

III

L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE
ORGANISÉ PAR LE DÉPARTEMENT DES SCIENCES ET DES ARTS

1. Nous avons signalé plus haut les cours d'agronomie organisés de concert par le Département de l'Agriculture et celui des Sciences et des Arts, dans les athénées et les écoles moyennes de l'État ; nous n'y reviendrons pas.

2. Le programme des écoles normales d'instituteurs primaires, prévoit aussi l'enseignement de l'agriculture comme matière obligatoire en 3e année d'études, à raison d'une ou deux heures par semaine. Cet enseignement est donné généralement par un professeur de l'école normale et sert de préparation aux leçons d'agriculture inscrites au programme de l'école primaire rurale pour garçons. Cette organisation sera vraisemblablement étendue, lorsque la loi imposera aux instituteurs ruraux un enseigne-

(1) L'enseignement agricole à l'étranger par J. Vander Vaeren, délégué du département de l'agriculture à l'Exposition de Paris (1900), 180 pp. et 2 cartes.

ment professionnel plus directement préparatoire au métier de cultivateur que pratiqueront plus tard le grand nombre de leurs élèves.

3. A l'école primaire qui, en Belgique, comporte 6 années d'études, les notions d'agriculture figurent au programme de toutes les années, dans les écoles rurales pour garçons. Les leçons agricoles spéciales, y occupent environ 1 à 2 heures par semaine, mais il est vivement recommandé aux instituteurs de recourir le plus fréquemment possible à l'enseignement agricole occasionnel, afin de rendre cet enseignement plus fécond.

L'administration de l'enseignement primaire s'est efforcée par ses circulaires et ses instructions, d'éclairer le mieux possible les instituteurs sur les meilleurs moyens à employer, et l'on doit reconnaître que ses efforts ont produit d'excellents fruits.

En outre, de concert avec l'administration de l'agriculture, elle a organisé annuellement depuis 20 ans environ des « Concours agricoles entre instituteurs ». Le jury constitué par l'inspecteur cantonal de l'enseignement primaire et l'agronome de l'État se rend, vers le mois de juin, dans toutes les écoles qui se sont fait inscrire pour le concours. Il interroge les élèves en classe et au jardin, examine les cahiers, les collections, et tous les éléments réunis par l'instituteur pour la préparation de ses leçons. Les récompenses proposées par ce jury consistent en primes de 100, 75 ou 50 francs, attribuées à l'instituteur ; si le sous-instituteur de l'école concourt également il peut obtenir une prime s'élevant à la moitié de celle allouée à l'instituteur en chef. Les propositions du jury cantonal sont réexaminées par un jury supérieur dont la décision a force de loi.

L'organisation de ces concours a beaucoup contribué à vulgariser et à faire progresser l'enseignement de l'agriculture à l'école primaire. Tous ceux qui ont fait partie des jurys de concours ont été, en général, émerveillés des résultats constatés.

4. Afin de compléter la préparation des instituteurs à l'enseignement de l'agriculture à l'école primaire et aux adultes, l'administration de l'enseignement primaire a également institué des « Cours de perfectionnement pour l'obtention du certificat d'aptitude à l'enseignement de l'agriculture, à l'école primaire rurale pour garçons ».

Ces cours qui sont surtout des cours de manipulations, d'expériences se donnent chaque année aux écoles normales de Nivelles (en français), et de Gand (en flamand), durant les vacances

d'août-septembre, à Nivelles par des professeurs de l'école normale, à Gand par un agronome de l'État et un instituteur professeur d'agriculture depuis 20 ans. Ils durent trois semaines environ et sont suivis régulièrement par 20, 25 ou 30 instituteurs.

Pendant les vacances de Pâques ont lieu les examens qui sont présidés par un inspecteur d'école normale ; ils portent non seulement sur les leçons données, mais aussi sur le programme d'enseignement agricole que le département a publié en 1891.

Le principe de l'institution de ces cours de perfectionnement pour instituteurs est excellent, et ces cours ont rendu de précieux services ; toutefois il serait utile, pensons-nous, d'en revoir l'organisation et notamment le programme des cours et de l'examen.

IV

L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE ORGANISÉ PAR LES PROVINCES

La province de Hainaut a repris à sa charge en 1907, l'école de mécanique agricole de Mons dont nous avons parlé plus haut.

Depuis 1911 elle a institué à Ath une école d'agriculture et d'élevage qui a été fréquentée, pendant la première année, par 6 élèves (1).

Cette école, dont le corps professoral compte 4 ou 5 ingénieurs agricoles, a organisé les études de façon à libérer les élèves durant la période des travaux agricoles.

La durée des études est de trois ans.

D'après ce qu'il nous est revenu, il entrerait dans les vues de la province de Hainaut de créer également des cours d'agriculture d'hiver se rapprochant des sections professionnelles primaires fixes ou ambulantes établies par l'État.

La province de Brabant a organisé durant l'hiver 1911-1912 deux écoles d'agriculture d'hiver à Court-St-Etienne et à Tirlemont. Les cours se sont donnés à raison de 3 après-midis par semaine (de 13 1/2 h. à 16 1/2 h.). Ils ont été suivis par 25 à 30 élèves. Leur organisation est en tout semblable à celle des sections professionnelles primaires établies par l'État.

Cette province alloue également un subside pour les sessions

(1) Cette école n'a pu obtenir les subsides de l'État, le nombre de ses élèves n'atteignant pas le minimum légal de 15.

d'écoles ménagères agricoles ambulantes, organisées par l'État dans son ressort.

La province de Liége a fait donner par un vétérinaire, il y a quelques années, des séries de conférences sur l'extérieur (esthétique) des chevaux de trait.

Enfin les provinces d'Anvers, de Limbourg, de la Flandre Occidentale, de la Flandre Orientale, de Namur et de Luxembourg n'ont pas organisé d'enseignement agricole propre, mais elles ont aidé financièrement les écoles et sections moyennes ou primaires pour garçons et filles établies ou subventionnées par l'État et fonctionnant sur leur territoire.

JULIEN VANDER VAEREN,
Inspecteur au Ministère de l'Agriculture,
Professeur à l'Institut Agronomique
de l'Université de Louvain.

BIBLIOGRAPHIE

I

L'Équation de Fredholm et ses Applications a la Physique mathématique, par B. Heywood, professeur à l'Université de Londres, et M. Fréchet, professeur à l'Université de Poitiers. Avec préface et note de J. Hadamard, professeur au Collège de France. Un vol. in-8° de vi-166 pages. — Paris, Hermann et Fils, 1912.

Introduction a la Théorie des Équations intégrales, par Trajan Lalesco, professeur à l'École des Ponts et Chaussées de Bucarest. Avec préface de M. Émile Picard, membre de l'Institut. Un vol. grand in-8° de iv-160 pages. — Paris, Hermann et Fils, 1912.

Ces deux livres se complètent l'un l'autre, car M. Lalesco ne s'occupe que de la théorie pure et MM. Heywood et Fréchet ont pour but essentiel l'application physique.

Si la théorie de M. Fredholm a eu un si grand succès, c'est qu'elle a la beauté des résultats simples et définitifs. Après un siècle de travaux pénibles sur les équations aux dérivées partielles de la Physique, la théorie des équations intégrales a apporté les éléments d'une synthèse très compréhensive.

Synthèse d'autant plus utile que la théorie des fonctions d'une variable complexe ne s'expose facilement qu'en faisant usage du Principe de Dirichlet.

La théorie de Fredholm doit donc s'introduire (1) dans l'enseignement supérieur ; elle ne peut demeurer un objet de haut luxe, réservé à quelques savants.

(1) Je donne les rudiments de la théorie dans mes *Leçons sur les Principes de l'Analyse*, 1912.

On trouvera, dans ces deux livres, les éléments d'une complète et parfaite initiation. M. Lalesco commence par *l'équation de Volterra*. On sait que ce savant développe, en ce moment, des idées très neuves sur les équations *intégro-différentielles*. M. Lalesco passe ensuite à *l'équation de Fredholm* et à l'étude approfondie du *noyau*, en particulier du noyau symétrique.

Enfin, il aborde les équations singulières, offrant des difficultés nouvelles, noyaux singuliers, champs d'intégration infinis, influence du second membre, etc.

MM. Heywood et Fréchet se placent d'emblée au point de vue de la Physique théorique qui comprend *trois types* de problèmes.

Problème de la chaleur : la donnée à la frontière est la valeur de la fonction cherchée V.

Problème hydrodynamique : la donnée est la dérivée normale de V.

Problème de la chaleur : on donne, sur la frontière, une relation linéaire entre V et sa dérivée normale.

Puis on passe, avec M. Picard, à l'équation elliptique générale.

Les travaux de Fredholm, Hilbert, Schmidt, etc. suffiraient à remplir une bibliothèque. Les deux livres dont nous parlons nous donnent, avec élégance et précision, tout l'essentiel de la théorie nouvelle.

ADHÉMAR.

II

ELÉMENTS DE LA THÉORIE DES GROUPES DE SUBSTITUTIONS, par J. A. DE SÉGUIER, docteur ès sciences mathématiques. Un vol. in 8° de 228 pages. — Paris, Gauthier-Villars.

Le P. de Séguier, depuis longtemps passé maître en ce domaine de l'algèbre supérieure, si difficile d'accès, qui a nom la théorie des groupes, nous avait donné, il y a quelques années (1), des *Éléments de la théorie des groupes abstraits* où l'idée de groupe, aujourd'hui fondamentale dans toutes les parties des mathématiques, était envisagée indépendamment de la nature des éléments constitutifs du groupe. Il étudie aujourd'hui ce qu'on peut appeler avec lui la *réalisation* de la structure du groupe abstrait sous forme du groupe de substitutions. Les

(1) Voir la livraison de la REVUE de Janvier 1905 (p. 258).

spéculations qui trouvent leur origine en de tels concepts sont particulièrement ardues ; rares sont les mathématiciens qui s'y peuvent mouvoir à leur aise ; le P. de Séguier est de ceux-là.

Non moins que par la vigueur de la pensée, on est frappé, en lisant les ouvrages du savant auteur, de l'extrême sobriété de la forme, permettant la condensation sous un mince volume d'une matière très riche qui eût pu se répandre en un nombre de pages bien plus considérable. Une si belle concision n'est pas un petit mérite ; il faut toutefois reconnaître qu'elle n'est pas de nature à réduire l'effort du lecteur encore novice, soucieux de bien pénétrer la pensée de l'auteur.

Au chapitre I, qui traite des généralités, il y a lieu de remarquer la manière simple dont est effectuée la réduction des substitutions linéaires à la forme canonique, ainsi que le mode d'exposition de la représentation des substitutions par des polynomes, dans un champ de Galois, d'après Hermite et Dickson.

Les théorèmes généraux sur les groupes de substitutions font l'objet du chapitre II. L'auteur y introduit systématiquement les groupes semi-réguliers, ce qui lui est de grande utilité en plusieurs points de la suite ; à l'occasion du symétrique et de l'alterné, il fait connaître divers résultats nouveaux. Il donne aussi des démonstrations nouvelles des théorèmes de Frobenius sur les paramètres de transitivité, théorèmes dont l'un au moins n'avait été qu'énoncé par son auteur, et expose d'une façon très complète, quoique fort condensée, les travaux de MM. Jordan, Marggraff, Bochert et Maillet sur les relations entre la transitivité, la classe, le degré et l'ordre.

Le Chapitre III traite de la représentation des groupes par des groupes de substitutions. L'introduction systématique des éléments abstraits correspondant aux symboles éclaire et simplifie beaucoup toute cette théorie qui se termine par la détermination générale des groupes plusieurs fois transitifs.

Le chapitre IV est réservé à l'étude des groupes de degré n et de classe $n - 1$ et, plus généralement, des groupes linéaires, le chapitre V aux groupes de degré kp, $p + \alpha$, $2p + \alpha$ (p étant premier). Ici encore, la contribution personnelle de l'auteur est des plus notables. Elle comprend, entre autres, diverses démonstrations nouvelles telles que celles qui se rapportent aux énoncés de M. Jordan sur la classe de plusieurs groupes linéaires, à la détermination des cas où le groupe linéaire fractionnaire simple, à une variable dans un champ de Galois d'ordre p^m, est représentable en moins de $p^m + 1$ sym-

boles, à la formation des équations des groupes plusieurs fois transitifs, pour laquelle l'auteur reprend en la complètant l'exposition qu'il a déjà donnée en des mémoires antérieurs. Ce point de vue éclaire et simplifie toute l'étude des groupes linéaires à deux variables dans un champ de Galois et celle des groupes de Mathieu qui, approfondie dans le cas des groupes quatre et cinq fois transitifs, présente plusieurs résultats inédits. Il y aurait encore d'autres démonstrations nouvelles à signaler en ces deux chapitres ; à celles mêmes qui ne sont pas nouvelles pour le fond, l'auteur a su imprimer un cachet personnel ; nous citerons à ce propos, celle de l'important théorème de M. Burnside sur le métacyclisme des groupes g^p (p premier) simplement transitifs.

Trois notes sur la théorie des matrices, les équations algébriques, les groupes de degré n et de classe $n - 1$ font suite au corps principal de l'ouvrage.

Dans la première, l'auteur présente sous forme très simplifiée la réduction des faisceaux de formes bilinéaires quelconques comme généralisation de la canonisation des substitutions. Il y expose, d'après Frobenius, la division algébrique des matrices, la détermination rationnelle des matrices permutables à une matrice donnée et la structure de leur groupe,

Dans la deuxième, il traite de la réductibilité et de la divisibilité dans un champ quelconque ou dans un semi-champ (à propos de quoi, il donne une démonstration très simplifiée d'un théorème fondamental de Kronecker et Dedekind), de l'irréductibilité de $x^n - n$ pour n quelconque, de la construction d'équations symétriques et alternées à coefficients constants rationnels. Il y fait connaître une détermination nouvelle des groupes linéaires fractionnaires finis à une variable dans le champ des nombres complexes ordinaires et plusieurs importantes simplifications concernant les fondements de la théorie des entiers algébriques.

La troisième note, où se rencontrent une étude des groupes dont les groupes de Sylow sont cycliques, et une étude nouvelle des groupes de degré n et de classe $n - 1$ quand n est puissance d'un nombre premier, renferme la détermination des polynomes quadratiques primitifs dont le module, premier, est inférieur à 100.

D'une manière générale, on peut dire que tous les groupes connus, tant soit peu utiles, sont signalés et plus ou moins étudiés dans cet ouvrage si nourri de substance que complètent encore, sous forme d'additions, une démonstration nouvelle de

l'existence d'une base normale pour les groupes abéliens, une étude simplifiée de certains groupes abéliens finis, enfin la recherche des diviseurs abéliens normaux d'ordre maximum dans un groupe d'ordre p^m (p premier).

Nous voudrions que les rapides indications qui précèdent pussent donner une idée de la richesse du fond que recouvre, en ce volume, une forme exceptionnellement condensée.

M. O.

III

Œuvres de Charles Hermite, publiées sous les auspices de l'Académie des sciences, par Émile Picard, membre de l'Institut. Un vol. gr. in 8° de 522 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Nous avons déjà signalé aux lecteurs de la Revue (1) l'apparition des deux premiers volumes de cette importante publication. Grâce au dévouement éclairé de M. Émile Picard, admirablement secondé par M. Henry Bourget dont les soins assidus ne laissent subsister dans le texte aucune imperfection de détail, un troisième volume, donné comme l'avant-dernier de la publication, vient de paraître, digne, sous tous les rapports, des précédents. Nous n'avons pas à revenir sur les observations d'ordre général qu'a déjà provoquées de notre part ce grand évènement scientifique ; on les trouvera dans le premier des articles ci-dessus cités. Contentons-nous de dire ici que les travaux réunis dans le présent volume, correspondant à la période de 1872 à 1880, gravitent autour des sujets d'algèbre, d'arithmétique supérieure et de calcul intégral où se complaisait le génie particulier de l'illustre auteur : fractions continues algébriques, fonction exponentielle, formes quadratiques, équations différentielles linéaires, fonctions elliptiques et abéliennes, etc..

Les lecteurs ont la surprise de trouver en tête du volume un mémoire inédit remontant à l'année 1852 (soit encore au temps de la jeunesse d'Hermite), qui s'était longtemps égaré dans les papiers de Liouville. Le sujet en est d'un haut intérêt ; il s'agit

(1) Livraisons d'avril 1907 (p. 591) et d'octobre 1908 (p. 605).

d'une importante généralisation du théorème de Sturm au moyen du calcul des résidus de Cauchy, étendu aux fonctions de plusieurs variables.

Le volume renferme encore cette longue suite d'élégantes applications des fonctions elliptiques publiées par Hermite, entre les années 1877 et 1882, dans les COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, et qui ont été, dans cette théorie, la source de tant d'utiles perfectionnements.

A propos d'une autre particularité de ce volume, on nous permettra de rappeler que dans le premier de nos articles consacrés à cet ouvrage (1), nous avons vivement insisté sur l'intérêt qu'il nous semblait y avoir à faire place, dans ce recueil des œuvres du grand géomètre, à quelques extraits de ses écrits didactiques où s'affirment, non moins que dans ses mémoires originaux, la hauteur et l'originalité de sa pensée. Or, nous avons le plaisir de constater que le nouveau volume vient combler nos vœux sur ce point. Nous y trouvons, en effet, non seulement les chapitres consacrés par Hermite, dans son *Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique*, à l'intégration des fonctions rationnelles, et à celle des fonctions transcendantes, ainsi qu'à la théorie du contact des surfaces, mais encore une intéressante étude sur l'équation de Lamé, extraite des feuilles autographiées de ce même Cours, pour le semestre d'hiver 1872-73, et où l'on peut discerner la première esquisse de travaux que l'illustre analyste devait developper par la suite.

On a enfin reproduit dans ce volume la belle note sur le théorème de Gallois, rédigée en vue de l'*Algèbre supérieure* de Serret, où celui-ci avait pensé ne pouvoir mieux faire que de l'insérer intégralement.

M. O.

IV

AN ELEMENTARY TREATISE ON CROSS-RATIO GEOMETRY, with historical notes, par le REV. JOHN J. MILNE. Un vol. in-8° de XXIII + 288 pages. — At the University Press, Cambridge, 1911.

Aucune branche des mathématiques modernes ne semble prolonger plus naturellement les mathématiques grecques que la

(1) *Loc cit.*, p. 594 et 595.

géométrie projective. Chasles, Apollonius et l'Euclide des Porismes appartiennent à la même École.

M. Milne doit en être convaincu, car il se plait à faire le rapprochement et même la comparaison. Quand on parcourt, dit-il, l'ensemble des traités de géométrie qui constituaient le *curriculum* des Grecs, on se rend compte du nombre immense de connaissances qu'ils possédaient, et l'on en arrive à se demander jusqu'à quel point l'épithète de moderne se trouve justifiée, qu'elle s'applique soit à la matière, soit aux méthodes de la géométrie nouvelle.

Quoi qu'il en soit, M. Milne, dans son petit traité de la géométrie des rapports anharmoniques attire fréquemment l'attention du lecteur sur les ressources de la science grecque : il termine son ouvrage en démontrant le théorème de Pascal par les méthodes d'Euclide et d'Apollonius.

L'auteur a séparé nettement la géométrie des ponctuelles et des faisceaux de droites de la géométrie des coniques. Il fait, par exemple, reposer la recherche des points communs de ponctuelles co-axiales sur la construction des racines d'une équation du second degré, plutôt que de recourir à la projection sur une conique.

Dans sa première partie, il épuise l'étude géométrique des ponctuelles et des faisceaux de quatre points avant de traiter des ponctuelles homographiques. Cette disposition des matières oblige à de fréquentes répétitions de constructions et de théorèmes (n°s 39, 41, 42, 44, 45). Peut-être l'auteur insiste-t-il un peu trop sur les multiples procédés de démonstration et de construction possibles (pour la construction d'un 6me point d'une conique il en donne 5). On éprouve parfois quelqu'impatience à n'acquérir une notion nouvelle qu'au bout d'une dizaine de pages. Il est vrai que l'intérêt de la géométrie projective réside souvent plus dans la simplicité et l'ingéniosité des méthodes que dans les choses qu'elle prétendrait nous apprendre et que nous connaissons mieux d'ailleurs. Il faut un goût spécial pour prendre intérêt à ces méthodes, quoiqu'elles soient, pour emprunter les paroles de Pappus au sujet des solutions des Porismes, « subtiles et naturelles, nécessaires et tout à fait générales et apportent beaucoup de plaisir à ceux qui sont capables de les comprendre et de les scruter ».

Dans la seconde partie (les coniques), l'auteur suppose connues d'ailleurs certaines propriétés des foyers et directrices. Ici, nous

avouons que nous préférons la méthode classique qui consiste à passer du cas particulier des circonférences au cas des coniques.

Il est en effet très intéressant de voir comment, au moyen de ses propres méthodes, la géométrie projective passe naturellement de l'étude des faisceaux de droites à celle des coniques.

Nous ne pouvons avoir que des éloges pour l'exposé, admirablement clair et méthodique, pour la disposition typographique qui met dans un relief différent les définitions et les énoncés de théorèmes, pour les figures, répétées au besoin à chaque page, afin d'épargner au lecteur des efforts de mémoire ou d'imagination.

Grâce à ces qualités, ce manuel peut remplacer un maître. Chacun le lira d'un bout à l'autre avec facilité et intérêt, mais, le livre fermé, il devra demander à son esprit un petit effort de synthèse.

F. W.

V

Hermann Grassmanns gesammelte mathematische und physikalische Werke. Troisième volume, première partie : *Theorie der Ebbe und Flut und Abhandlungen zur Mathematischen Physik*, un vol. de 350 pages. — Teubner, Leipzig, 1911.

La première partie de ce volume est éditée par J. Grassmann : c'est un mémoire étendu datant de 1840 et où l'auteur se sert pour la première fois des produits géométriques dont il définit les propriétés. L'éditeur l'a fait suivre de plusieurs tables intéressantes et d'un grand nombre d'annotations très utiles.

M. F. Engel a édité dans la seconde partie du volume cinq des mémoires posthumes de Grassmann. Ils ont pour titres : Analytische Optik aus den Undulationstheorie (1846) : Analytische Optik (1850) ; Undulationstheorie (1852) ; Verbreitung des Schalles (1867) ; Hypothese der aus + E und — E zusammengesetzten Ätheratome.

W.

VI

Cours de Trigonométrie, par Th. Caronnet, Docteur ès sciences, Professeur au Collège Chaptal. Un vol. petit in-8° de 217 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Il est évidemment inutile d'insister sur l'extrême importance de la Trigonométrie dans toutes les applications les plus usuelles des mathématiques, ni, par suite, sur le haut intérêt qu'offre un bon exposé, solide, clair, précis de cette branche des mathématiques élémentaires. Celui de M. Caronnet est excellent, de tout point, sans compter qu'il est enrichi d'un très grand nombre d'exercices variés et intéressants et d'exemples de calculs numériques bien présentés ; c'est dire que ce petit volume a tout ce qu'il faut pour devenir promptement classique.

M. O.

VII

Essai de Géométrie analytique modulaire a deux dimensions, par G. Arnoux. Un vol. in-8° de 159 pages.

Cet essai fait suite à d'autres analogues du même auteur (1), qui les envisage comme se référant à des études « de psychologie et de métaphysique positives », et qui constituent, aux yeux du mathématicien, d'ingénieuses investigations dans le domaine de l'arithmétique modulaire, fondées sur un mode de figuration géométrique où le rôle primordial est joué par l'échiquier dont chaque côté comprend un nombre de cases égal au module premier considéré. Le nouvel ouvrage contient l'exposé des rapports de l'arithmétique avec la géométrie analytique à deux dimensions, les équations ordinairement considérées à propos de cette dernière étant ici remplacées par des congruences arithmétiques ; la méthode très originale qui en résulte se montre d'une remarquable fécondité.

M. O.

VIII

Tables de logarithmes a 3 quatrades et nombres correspondants avec 12-13 chiffres, par A. Guillemin, Professeur de Physique à la Faculté de Médecine d'Alger. Un vol. in-8° de xxiii-128 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1912,

(1) Voir la livraison d'avril 1907, p. 607.

Les tables de M. Guillemin constituent une nouvelle tentative dans la voie qui a pour objectif la détermination du résultat de calculs logarithmiques, avec un assez grand nombre de chiffres, moyennant l'emploi de tables de dimensions restreintes, complété par quelques calculs accessoires simples portant sur les éléments puisés dans ces tables.

Le principe sur lequel l'auteur s'appuie à cet effet est le suivant : ayant divisé le logarithme à 12 chiffres d'un nombre quelconque en tranches de quatre chiffres, qu'il appelle des *quatrades*, il désigne respectivement par N, $1 + \alpha$ et $1 + \beta$ les nombres ayant pour logarithmes ceux que l'on obtient en ne conservant que la première, la deuxième et la troisième quatrade. Dans ces conditions, le nombre cherché s'écrit

$$N(1 + \alpha)(1 + \beta) = N + N\alpha + N\beta + N\alpha\beta.$$

En général, ce dernier terme est négligeable et l'on peut se contenter de calculer les trois autres termes. N est le nombre ayant pour logarithme la première quatrade ; il est immédiatement donné par la table. Pour avoir les deux autres termes, il suffit de connaître leurs logarithmes ou, puisque celui de N est déjà connu, ceux de α et β. Or, les seconde et troisième quatrades font connaître $\log(1 + \alpha)$ et $\log(1 + \beta)$; pour en déduire $\log \alpha$ et $\log \beta$, il suffit de posséder la table donnant $\log \alpha$ en fonction de $\log(1 + \alpha)$. Cette table résulte du rapprochement des deuxième et troisième colonnes du tableau d'ensemble dressé par M. Guillemin. C'est là, on le voit, une simple application du principe des logarithmes d'addition de Leonelli, réinventés par Gauss dont on leur donne généralement le nom (1). Cette méthode de calcul a, d'ailleurs, été déjà proposée, sous une forme un peu différente, par H. Prytz, dans ses tables d'antilogarithmes, publiées à Copenhague en 1886 (2).

Les tables de M. Guillemin, au reste, heureusement disposées, sont d'une belle exécution où s'affirme une fois de plus la supériorité des presses de la maison Gauthier-Villars.

M. O.

(1) Voir *Encyclop. des Sc. math.*, édit. française, t. I, vol. 4, fasc. 3, p. 312.
(2) *Loc. cit.*, p. 304.

IX

B. G. Teubner's Verlagskatalog auf dem Gebiete der Mathematik, Naturwissenschaften, Technik.

La maison d'édition Teubner a présenté au Congrès des Mathématiciens à Cambridge son 102me catalogue. Il forme, comme celui qu'elle avait édité en 1908 à l'occasion du Congrès de Rome, un élégant volume de 231 pages.

Il contient : une liste des ouvrages sous presse ou en préparation (environ 390 ouvrages), une table systématique des ouvrages parus, un index nominal (Stichwortregister), une liste alphabétique des ouvrages avec une courte analyse de leur contenu. Un portrait d'Euler orne la première page.

W.

X

La Logique déductive dans sa dernière phase de développement, par Alessandro Padoa, avec une préface de Giuseppe Peano. Un vol. de 106 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1912.

La logique déductive, ou, comme on disait auparavant, la logique mathématique a eu ses adversaires déclarés. Si l'hostilité est tombée, il reste pourtant au fond de certains esprits de vagues préventions, du moins quelque hésitation ou quelque scepticisme discrètement nuancé d'impatience. Il y a si longtemps, en effet, que l'esprit humain raisonne : n'aurait-il pas encore découvert le moyen de raisonner avec un peu de justesse? Va-t-il falloir le remettre à l'école, un abécédaire de logique entre les mains? Tant de fois aussi il a décomposé, démonté puis agencé à nouveau et de mille manières les cadres divers dans lesquels il saisit et relie les notions, classe et subordonne ses affirmations, qu'il estime avoir épuisé, ou à peu près, la série des combinaisons valables. Est-il sur le point de se voir révéler soudain une foule de combinaisons inédites qu'en son expérience séculaire il aurait côtoyées mille fois sans les apercevoir? Des défenseurs empressés de la nouvelle discipline ont parfois paru le lui dire. C'est ce qui explique et excuse un peu d'humeur.

Le petit traité de M. Padoa, si clair et si concis, dissipera, pensons-nous, les derniers malentendus ; il enlève aux plus soupçonneux le droit d'hésiter désormais, aux plus sceptiques le droit passer outre, comme aux plus occupés celui d'ignorer encore. Ajoutons, en passant et pour n'y plus revenir, que le lecteur français sera pris, un peu malgré lui, au charme d'une langue, inaccoutumée sans doute, mais alerte, dégagée, spontanée, neuve et pleine de sève. Le ton est volontiers enjoué ; plusieurs observations dénotent l'esprit de finesse et trahissent une conviction vécue et un enthousiasme conquérant.

La logique déductive — M. Padoa abandonne avec raison le terme de logique mathématique, qui semblait opposer celle-ci à la logique traditionnelle, alors qu'elle l'englobe — la logique déductive est une science qui a sa terminologie et ses lois : son lexique et sa syntaxe. Elle renferme donc une *notation*, c'est-à-dire, un ensemble de symboles représentants les notions (individus, classes), et les relations logiques (appartenance, implication, etc.). Elle dégage et systématise ensuite les *lois* suivant lesquelles se combinent les symboles.

La notation logique, déjà tentée au XVIIIe siècle par Leibniz, Segner, Lambert, au XIXe par de Morgan, Boole, Schröder, et nombre d'autres, a été réalisée en 1889 d'une façon heureuse, et qui semble même définitive à M. Padoa, par M. Giuseppe Peano, professeur à l'Université de Turin. Le succès croissant de cette idéographie logique, décorée en France du nom de *Péanien*, prouve qu'elle est commode et simple. On peut, comme nous le dirons tantôt, ramener à trois les symboles logiques et définir tous les autres au moyen de ceux-ci. Mais, introduite dans la pratique, cette limitation des symboles compliquerait les notations, loin de les simplifier. On peut à la rigueur scier avec une lime ; mais si, sous prétexte d'alléger sa trousse, on privait de scie le menuisier, on n'aurait pas du même coup, tant s'en faut, allégé sa besogne. Il faut laisser à sa disposition un certain nombre d'outils bien choisis et appropriés aux nécessités courantes de son travail. M. Peano a fait choix d'une dizaine de symboles logiques qui permettent d'exprimer immédiatement, dans la forme même où elles se présentent naturellement à l'esprit, les relations logiques les plus usuelles. Il a voulu de plus qu'à toute relation logique inverse d'une autre correspondît le même signe typographique, mais renversé. Enfin, et en ceci il s'est distingué de ses devanciers et ne s'est pas laissé tenter par des analogies, il a exclu comme symboles

logiques les signes employés par l'arithmétique : d'abord parce que l'analogie n'est jamais complète ; ensuite parce que l'idéographie logique doit s'appliquer à l'arithmétique elle-même, et que ce double sens des symboles aurait amené d'inextricables confusions.

Pourquoi M. Peano, n'a-t-il pas été « logique » jusqu'au bout? Il a emprunté à l'arithmétique le signe = pour désigner l'identité. Sans doute le principe de permanence est sauf : les deux relations exprimées par le même signe sont fonctionnellement identiques. Mais quel inconvénient y eût-il eu à mettre en relief, ici aussi, la distinction ? Une proposition, comme celle-ci :

$$x \ni (x^2 + 16 = 10x) = 12 \cup 18$$

qui exprime que l'équation $x^2 + 16 = 10x$ n'admet comme racines que 2 et 8, ne serait-elle pas plus satisfaisante si le symbole logique séparant les deux membres, était différent du symbole arithmétique renfermé dans la parenthèse ?

M. Padoa signale lui-même à deux reprises des confusions entre l'élément logique et l'élément arithmétique de certaines démonstrations ; un signe spécial eût mieux mis en évidence ces distinctions essentielles.

Puis ce cumul des deux significations ne risque-t-il pas de voiler des nuances intéressantes ?

Pour donner un exemple : démontrons le théorème « dans un produit de facteurs on peut remplacer plusieurs facteurs par leur produit » :

Il faut prouver que

$$abc = a(bc).$$

En effet, on a, *par définition,*

$$abc = (ab)c, \text{ etc.}$$

Le vocabulaire logique n'a pas de symbole pour rendre les mots *par définition*, qui pourtant, au point de vue des opérations logiques de l'esprit, ont une réelle importance. Adoptons le signe $\|$ pour désigner l'identité logique, la démonstration du théorème ci-dessus serait rendue complètement par

$$(ab)c = (bc)a = a(bc),$$

relations arithmétiques, et une relation logique :

$$abc \parallel (ab)c : \supset : « (ab)c = a(bc) ». \supset . « abc = a(bc) »$$

D'ailleurs dans la notion d'identité logique que de variétés encore ! Elles s'échelonnent de la tautologie stérile $x = x$, aux affirmations d'origine empirique, comme : le roi de Rome = le seul fils de Napoléon I. En défendant, (p. 91), sans distinction d'espèces la *fécondité* des identités logiques, M. Padoa, n'a-t-il pas fermé les yeux sur ces nuances ? Et la question se pose pourtant : ces nuances peuvent et pourront-elles toujours être négligées ?

A débarrasser ainsi les relations de leurs modalités propres pour n'en conserver que le squelette logique fonctionnel, ne risque-t-on pas d'entamer parfois et de mutiler le fond logique lui-même de la relation ? Il est assez déconcertant, il faut l'avouer, de voir représenter par un même symbole et, par conséquent, ramener à un même type logique une série de relations comme celles-ci :

5 = cinq ;

π = le rapport de la longueur de la circonférence à son diamètre ;

π = 3,14159...

Rome = la capitale de l'Italie ;

polygone régulier = polygone équilatéral et équiangle ;

demain est mardi = aujourd'hui est lundi.

La relation : Rome = ..., n'implique-t-elle pas, par exemple, une condition d'existence que n'implique nullement la relation suivante ?

Et d'autres symboles encore suggèrent la même réflexion.

M. Padoa répond peut-être qu'il ne prend pas la responsabilité de ces assimilations. Son rôle est d'exposer un système de symboles jouissant de certaines propriétés fonctionnelles. Rien de plus. L'application de la symbolique est au compte de celui qui l'entreprend. M. Padoa fait même entrevoir que l'adaptation n'est jamais si parfaite qu'elle ne laisse quelque jeu entre le symbole et la notion qu'il revêt. « Au lieu, dit-il, d'inférer la signification d'un signe de sa lecture, c'est celle-ci qui doit être adaptée, *le mieux possible* (1), à la signification du symbole ; et cette signification doit résulter seulement de l'emploi qu'on peut faire de ce signe » (2). Il n'en faudrait pas plus pour conclure que

(1) C'est nous qui soulignons.
(2) P. 19.

le système symbolique de M. Peano n'est pas nécessairement un système qui réponde définitivement à tous les besoins logiques de l'esprit dans le présent et à l'avenir.

Cette question mise à part, il en surgit une autre : la symbolique logique de M. Peano constitue-t-elle une langue pratique et commode ?

L'usage qui est en voie, semble-t-il, de la consacrer, répond affirmativement.

A-t-elle atteint du coup la perfection et ne peut-on prévoir ou pressentir une certaine évolution ?

Il faut signaler à cet égard une notation symbolique différente en certains points de celle de M. Peano et qui semble vouloir germer en terre allemande. Il semble que le vocabulaire péanien présente certaines lacunes qui obligent à de trop fréquentes périphrases ; certains outils manquent pour le labeur courant. C'est ainsi, par exemple, que les formules ne vous disent pas si le x qu'elles contiennent est un individu *déterminé* ou un individu *quelconque*, en d'autres termes, si elles représentent une *proposition*, ou une *condition par rapport à* x, une identité ou une équation. Sans doute on peut faire précéder toute proposition conditionnelle d'une condition d'appartenance « $x \epsilon a$ » en attachant à cette notation ce sens exclusif ; mais alors comment exprimer commodément une implication qui porte sur des individus déterminés, celle-ci par exemple : Si Napoléon I est un homme, il s'ensuit que Napoléon II est un homme ? Si l'on donne à cette proposition la forme

$$x \epsilon a \cdot \supset \cdot y \epsilon a,$$

comment reconnaître là une proposition portant sur des individus déterminés plutôt que sur des individus quelconques ? Sans doute, le symbolisme péanien permet de tourner la difficulté : il écrira : Si Napoléon I est le seul individu appartenant à une classe, laquelle est contenue dans la classe : homme, et si Napoléon II est le seul individu... alors, etc... mais la tournure est, pour le moins, peu gracieuse. Ainsi la démonstration par récurrence : si une relation dépendant d'un nombre entier n, est vérifiée pour *une certaine valeur*, k, de n, et si, vérifiée pour un nombre n *quelconque*, elle est vérifiée pour le nombre suivant $n + 1$, elle est vérifiée pour *toute valeur* de n, non inférieure à k, prend dans la langue péanienne une forme très peu élégante, et oblige à plusieurs détours.

Encore un exemple : voici la formule qui définit l'identité (1) :

$$x = y : = : x \epsilon a \cdot \supset \cdot y \epsilon a.$$

M. Padoa a soin de nous avertir qu'il faut lire : « $x = y$ signifie que si x appartient à une classe, alors, *quelle que soit cette classe*, y lui appartient aussi. » Ce *quelle que soit* n'est pas dans la formule. Et il est bon pourtant qu'on soit averti ! Car il suffit de « poser » dans la formule

$x =$ Napoléon I
$y =$ Napoléon II
$a =$ homme

pour affirmer que Napoléon I *est* Napoléon II !

Encore une fois, le vocabulaire péanien est en mesure de préciser sa formule par une périphrase, mais ne serait-il pas plus commode de pouvoir exprimer sans tant de détours les notions : un individu quelconque, un certain individu, une classe quelconque, une certaine classe ?

Il ne faudrait donc point s'étonner de voir la langue péanienne se modifier en se diffusant, et même susciter des langues rivales. Mais rien ne serait enlevé au mérite et à la gloire du créateur de cette notation symbolique, simple, concise, coordonnée, qui réalise un des grands rêves de Leibniz.

Un mot encore sur la grammaire de cette langue.

La constitution d'un langage symbolique a eu pour avantage d'abord de soumettre à une analyse plus profonde les concepts logiques. Cette analyse a plus d'un point de ressemblance avec l'analyse chimique. Il a fallu isoler les formes simples dans les dérivés : puis, les ayant dénommées, on a pu les combiner de nouveau d'une façon systématique et classer les produits dans un vaste *formulaire* qui s'enrichit chaque jour. La gymnastique logique à laquelle est soumis le lecteur des leçons de M. Padoa, est la meilleure preuve de l'effort consciencieux et méthodique qu'a nécessité la création de cette science.

M. Padoa fait à peine allusion aux applications de la symbo-

(1) M. Padoa en propose une autre un peu différente à laquelle nous préférons pourtant la forme de Peano. Mais la formule de M. Padoa donne lieu aux mêmes surprises.

lique logique, dans les divers domaines des sciences rationnelles. On eut été heureux de voir brièvement résumés et appréciés les services rendus.

Mais, sans sortir de la logique elle-même, la notation de M. Peano s'est montrée très féconde. Nous parlions tout à l'heure d'un travail d'analyse et de synthèse qu'elle avait rendu possible. C'est surtout en permettant, ou, à parler plus vrai, en facilitant l'analyse, qu'elle a conduit à l'expression claire de la loi de dualité ou de correspondance, que tous pressentent vaguement, et qui relie à chaque proposition logique une proposition correspondante obtenue en renversant suivant des règles fixes certaines relations. C'est à M. Padoa qu'on doit une démonstration complète et rigoureuse de cette loi.

Une autre découverte toute récente et due aussi au même auteur, c'est la réduction de tous les symboles logiques de M. Peano à trois d'entre eux, en fonction desquels peuvent se définir tous les autres.

A ces mérites internes incontestables la notation symbolique joint-elle encore celui d'avoir opéré des synthèses logiques vraiment neuves, d'avoir découvert de nouvelles méthodes de raisonnement ou de nouvelles façons de conclure ? Il ne faudrait pas se hâter de l'affirmer. Quand on choisit au hasard dans le *formulaire,* une relation symbolique, pour la traduire en langage ordinaire, on constate le plus souvent qu'elle exprime une relation logique évidente, presque banale, d'usage courant dans le raisonnement. Pourtant il arrive que cette transposition en langage ordinaire conduit à une proposition tellement contournée et compliquée, que la relation trouvée est pratiquement inutilisable dans une déduction. Ici la relation symbolique peut donc se trouver d'une très grande utilité : elle soutient la marche de l'esprit déductif à travers des fondrières où sans elle il ne s'engagerait pas et, en ce sens, elle crée des voies nouvelles et des modes nouveaux et concis de démonstration.

F. W.

XI

Mécanique appliquée, à l'usage des élèves qui peuvent travailler expérimentalement et faire des exercices numériques et graphiques, par John Perry, professeur au Royal College of

Science, South Kensington. Traduit sur la neuvième édition anglaise par E. Davaux, ingénieur de la marine, avec des additions et un appendice sur la mécanique des corps déformables par E. et F. Cosserat. Tome I. *L'énergie mécanique.* — Paris, A. Hermann et fils, 1913.

Tous ceux que préoccupe le problème de l'enseignement technique supérieur apprécieront la vérité des considérations par lesquelles MM. E. et F. Cosserat commencent la préface qu'ils ont écrite pour cet ouvrage : « Un intervalle difficile à franchir, qui réclame des efforts incessants, sépare la Mécanique abstraite de ses applications ; c'est ce que faisait déjà remarquer Poncelet, dans son introduction à la mécanique industrielle, et la difficulté n'a pas diminué depuis son temps. Les résistances de toute espèce que les corps naturels opposent à leur déformation ou à leur mouvement, viennent sinon démentir d'une manière complète, du moins modifier profondément les résultats purement théoriques. D'ailleurs, lorsqu'on remplace un objet réel par les systèmes plus simples que les fondateurs de la mécanique abstraite ont envisagés, on voit qu'on pourrait tout aussi bien adopter beaucoup d'autres conceptions ; à vrai dire, l'expérience seule détermine dans quel sens doit s'exercer à cet égard notre intuition. Il est donc très justifié, continuent-ils, tout au moins dans l'enseignement technique, de donner le pas aux considérations expérimentales sur les déductions rationnelles. Il convient même de montrer dès le début comment on tire de l'expérience tous les principes et de s'attacher surtout à faire acquérir aux élèves l'habitude du raisonnement rapide, que l'esprit ne formule pas dans tous ses éléments, comme quand on sent l'évidence d'un théorème avant de l'avoir démontré. »

Le livre traduit par M. E. Davaux est basé sur ces principes. Son auteur, M. John Perry, est un disciple de Sir Robert Ball, l'initiateur de la nouvelle méthode d'enseignement de la mécanique dans les Écoles Supérieures d'Angleterre. Il est actuellement un des promoteurs les plus influents de ce mouvement de réforme de l'enseignement technique à tous les degrés, dans les pays de langue anglaise. Il veut, ainsi que le disent encore MM. Cosserat, que l'instruction des futurs ingénieurs soit solide, capable de porter des fruits dès leurs premiers pas dans l'industrie, appuyée sur des données réelles et des chiffres exacts.

Au chapitre premier, qui sert d'introduction à son ouvrage, M. Perry explique lui-même d'une manière concrète le principe de sa méthode, et le but qu'il poursuit. Nous croyons, dit-il, que les principes qu'un ingénieur doit posséder et être toujours prêt à mettre en œuvre sont peu nombreux. Au moyen de leçons et de modèles, d'exercices dans un bureau de dessin et dans un laboratoire, du travail de calcul numérique, nous ferons voir comment ces principes simples entrent, dans la pratique des constructeurs, sous des aspects bien différents. Nous donnerons à l'élève toutes les méthodes d'étude nécessaires pour cela et nous l'enverrons dans la vie réelle préparé à se rendre compte des choses par lui-même. M. Perry a créé sa méthode de toutes pièces pendant les quatre années qu'il a passées au Japon (1875-78) comme professeur au Collège Impérial des Ingénieurs ; il l'a mûrie en Angleterre, lorsqu'il est venu enseigner au Collège technique de Finsbury. Elle consiste à présenter au futur ingénieur les problèmes techniques, dans toute leur complexité naturelle, à lui faire connaître ensuite comment, par l'observation et par des expériences systématiques, il doit rechercher et mesurer les facteurs principaux. Elle lui apprend à déterminer lui-même quantitativement, au moyen de mécanismes très simples, imaginés par l'auteur, les coefficients divers que tout élève peut trouver dans les livres mais dont il ignore la vraie signification s'il ne connaît pas les conditions précises dans lesquelles ils ont été obtenus.

Ce mode d'enseignement a l'avantage d'apprendre au jeune homme à penser par lui-même, il développe son esprit d'observation, forme et appuie son jugement. Nous ajouterons qu'il fixe son attention d'une manière plus efficace et qu'il lui donne la conscience de la valeur des méthodes et des limites d'utilisation des connaissances acquises précédemment dans les divers domaines de la science.

L'ouvrage très compact de M. Perry, paru en Angleterre en 1897, a été divisé par le traducteur en deux volumes plus maniables. Le premier, qui vient de paraître, est consacré à l'étude générale des diverses formules de l'énergie mécanique.

Au chapitre premier, l'auteur attire vivement l'attention des professeurs et des élèves sur la nécessité absolue des exercices pratiques. L'élève « ne doit jamais avancer parce qu'il sait simplement comment on fait les choses, et pour en avoir seulement entendu parler, mais seulement quand il les a faites effectivement. Il faut qu'il calcule effectivement certaines résultats numériques ; il faut qu'il vérifie effectivement les principes

avec les appareils de laboratoire, et, s'il y a un atelier scolaire, il faut qu'il apprenne les propriétés des métaux en taillant, en limant, en ébarbant, en rabotant et en tournant. » Il rappelle ensuite les notions mathématiques indispensables. Contrairement à ce qu'on pense souvent de sa méthode que d'aucuns ont encore pour suspecte et contemptrice de la vraie science, M. Perry veut que l'ingénieur formé suivant ses principes n'ignore aucune des ressources que peut lui offrir l'analyse mathématique. Il veut qu'il ne se contente pas d'en entendre parler, mais qu'il en use effectivement car, dit-il, « le langage de l'analyse mathématique est le langage naturel du technicien ».

Nous ne pouvons évidemment parcourir et analyser les quinze autres chapitres qui se partagent le Tome I. Il nous suffira d'en citer les titres : Ch. II. Vecteurs. Mouvement relatif. — III. Travail et Énergie. — IV. Frottement. — V. Rendement. — VI. Machines simples. — VII. Méthodes analytiques et graphiques élémentaires. — VIII. Applications de la statique graphique. — IX. Machines hydrauliques. — X. Généralités sur les machines. — XI. L'énergie cinétique. — XII. Matériaux de construction. — XIII. Extension et compression. — XIV. Cisaillement et Torsion. — XV. Théorie plus difficile. — XVI. Appendice.

Il n'est pas nécessaire cependant, dans l'étude de la mécanique appliquée, de tout illustrer par des exemples réels ; plutôt que de faire beaucoup d'expériences, il vaut mieux se borner à quelques-unes, qui seront soigneusement réalisées dans le laboratoire. C'est ce que fait l'auteur. Les questions principales, l'étude du frottement, celle des machines simples, des transmissions, des dynamomètres, la théorie de l'énergie cinétique sont illustrées par des expériences que professeurs et élèves pourront réaliser au moyen d'appareils très simples minutieusement décrits dans l'ouvrage.

Toute une série d'exercices numériques et graphiques, cueillis dans tous les domaines de la science technique, suivent l'exposé de chaque théorie et permettent de faire l'application des principes enseignés.

De nombreuses tables réparties dans le corps de l'ouvrage ou groupées dans l'appendice : constantes utiles, modules de rigidité, de compressibilité, points de fusion, résistance des matériaux etc..., dispensent l'élève de recourir, pour la solution des problèmes, à d'autres ouvrages ou aux aide-mémoire.

H. G.

XII

Les canalisations isolées (conférences faites à l'École supérieure d'Électricité), par J. Grosselin, ingénieur des mines. Un volume in-8° (25-16) de VI-96 pages, avec 26 figures et 2 planches. — Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Les conférences dont M. J. Grosselin offre le texte au public, ont eu pour but de donner, aux élèves de l'École supérieure d'Électricité, un aperçu de ce que sont les canalisations isolées, et les conditions techniques qu'il est utile d'imposer pour leur réception.

Il ne s'agit pas d'un traité complet sur la matière, qui serait fort compact. Dans le cadre restreint qu'il s'est imposé, l'auteur n'a pu développer qu'un petit nombre de questions ; aussi a-t-il été guidé par la préoccupation de mettre les futurs ingénieurs en mesure de résoudre tel ou tel problème particulier, après avoir étudié, dans son ouvrage, le principe de la solution.

Les considérations purement théoriques, qui rentrent dans le domaine du cours d'électrotechnique, ont été évitées autant que possible ; par contre, on a précisé, par des chiffres tirés de la pratique, les ordres de grandeur des quantités dont on avait à parler.

Les praticiens qui, chaque jour encore, sont en présence de cas nouveaux, trouveront, dans les leçons de M. Grosselin, les éléments d'un chapitre d'excellent aide-mémoire.

Quant aux débutants, ils seront heureux d'y trouver, condensés, les renseignements pratiques dont ils ont généralement fait peu de cas, au cours des études, parce que l'allure inévitablement générale de celles-ci tend à leur faire négliger, au profit des théories mathématiques compliquées, les parties pratiques dont ils ne sont pas encore à même d'apprécier l'intérêt.

Le livre de M. Grosselin qui est écrit très clairement est un ouvrage de la catégorie de ceux que l'on commence à bien juger quand on prend notion des réalités, et quand il s'agit de tirer parti, sous une forme concrète, des connaissances acquises à l'université.

Voici d'ailleurs la table des matières étudiées :

Note. — Plan. — Chap. I. *Modes d'établissement ou de fabrication*. Conducteurs. Choix du métal. Composition des

conducteurs. Conducteurs segmentaires, sectoraux. Fabrication des cordes. Tordeuses. Modes divers d'isolation. Conducteurs nus en caniveau. Conducteurs isolés. Étude des conducteurs isolés par eux-mêmes. Confection de la couche isolante. Propriétés à rechercher dans les isolants. Caoutchouc, propriétés. Fabrication de l'isolant au caoutchouc. Essais des isolants à base de caoutchouc. Cellulose. Matières d'imprégnation. Fabrication des câbles isolés à la cellulose. Dispositifs spéciaux, théorie d'O'Gorman et de Jona. Enveloppe protectrice. Mise en place de l'enveloppe de plomb. Presses. Armure. Passation des marchés. Pose des câbles. Tranchée. Déroulage. Joints. — Chap. II. *Phénomènes électriques dans les câbles.* Propriétés électriques des câbles. Capacité self-induction. Rôles de la capacité. Fixation des potentiels des conducteurs. Détermination du courant de charge. Détermination d'une période propre. Recherche de la période propre d'un réseau. La période propre et les harmoniques. Harmoniques. Surtensions dues aux harmoniques. Calcul du facteur de surtension d'un harmonique. Etude des conditions de résonance. Influence de la répartition de la capacité. Influence de la résistance. Inscription des courbes. Moyens de supprimer les harmoniques. Cas particulier des câbles concentriques. La période propre et les perturbations. Perturbations brusques dans les réseaux. Fermeture d'un interrupteur. Ouverture d'un interrupteur. Extinction brusque d'un court circuit. Précautions à prendre pour l'exploitation. — Chap. III. *Garanties, conditions de réception.* Durée de la garantie. Conditions de réception. Essais de rigidité. Coefficient de sécurité. Essais de rupture. Dispositifs à prendre pour l'essai de tension. Essai dans l'eau. Essais d'isolement. Essais après pose. Rigidité. Essais après pose. Isolement. Résistivité. Densité de courant maximum. Recherche des défauts. — Planches : I. Tordeuse à détorsion. Fileuse. — II. Enrubanneuse. Transformateur d'essai pour 250 000 volts.

J. H.

XIII

La théorie des ions et l'électrolyse, par Auguste Hollard. Deuxième édition, entièrement refondue. Un vol. in-12 de VII-220 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Le présent volume de la *Bibliothèque générale des Sciences* expose d'une manière élémentaire, mais assez complète, la théorie des ions. L'auteur n'entreprend pas directement la défense de cette théorie, son but est plutôt de la faire connaître et de mettre en lumière les services qu'elle a déjà rendus et ceux qu'on peut en espérer dans des domaines variés de la Physique, de la Chimie et des Sciences naturelles en général. Voici un rapide aperçu des matières traitées.

Dans l'introduction, M. Hollard rappelle l'explication du phénomène de l'électrolyse proposée par Grotthus. Elle ne résista pas aux critiques formulées, vers le milieu du XIXe siècle, par Clausius qui conçut le phénomène de façon plus heureuse. D'après lui un électrolyte renferme, antérieurement au passage du courant galvanique, des molécules dissociées en ions. Cette idée fut reprise, en 1887, par Svante Arrhenius qui la précisa et arriva à la conclusion que la conductibilité des électrolytes doit être en rapport direct avec la proportion des molécules dissociées. Après avoir ainsi indiqué en quelques traits la nature de l'hypothèse des ions, M. Hollard trace le plan de son ouvrage. Il examinera dans le premier livre la constitution des électrolytes, dans le second leur conductibilité, dans le troisième la tension électrique nécessaire au fonctionnement de l'électrolyse, et dans le dernier l'énergie en jeu dans une électrolyse.

Entrons maintenant dans quelques détails.

Pour étudier la constitution des électrolytes, l'auteur examine d'abord les propriétés générales des solutions en montrant que, d'après les travaux de Pfeffer, de Van 't Hoff et de Raoult, les molécules d'un corps dissous dans un liquide développent exactement la même pression mesurée en atmosphères qu'elles développeraient si elles étaient à l'état gazeux renfermées dans le même espace. C'est pourquoi Van 't Hoff a pu appliquer les lois des gaz — celles de Mariotte, de Gay-Lussac et d'Avogadro — aux solutions. Rappelant ensuite la dissociation thermique de certains gaz, M. Hollard montre, à l'exemple d'Arrhenius, que sous ce rapport encore les solutions peuvent être comparées aux gaz, étant donné que les solutions qui sont des électrolytes, présentent un phénomène analogue, la dissociation électrolytique. Après avoir expliqué la nature des électrolytes, l'auteur examine spécialement le cas de la neutralisation d'une base par un acide ; il montre que l'acte de cette neutralisation consiste surtout dans une formation d'eau, étant donné que la majeure partie de l'acide et de la base est dissociée et que le sel formé

est dans le même cas. Cette manière de voir est confirmée par les phénomènes thermiques qui accompagnent ce genre de réactions chimiques.

Le livre II, qui traite de la conductibilité des électrolytes, énonce entre autres la proposition suivante : « Dans les solutions aqueuses, les réactions chimiques sont des réactions d'ions ». Cette proposition est développée et illustrée par de nombreux exemples. Ensuite M. Hollard — à l'exemple d'Ostwald — applique la loi des masses de Guldberg et Waage à la dissociation électrique, et en donne également un certain nombre d'exemples empruntés notamment à la Chimie analytique. L'équilibre qui s'établit entre les ions libres et les éléments non dissociés est extrêmement important, et l'étude que l'auteur en fait est fort intéressante. Les derniers chapitres de ce second livre sont consacrés spécialement à l'examen de la charge électrique propre aux ions et à la théorie de Hittorf concernant la migration des ions.

Le livre III, consacré à la tension électrique nécessaire au fonctionnement de l'électrolyse, examine d'abord les différentes théories des piles électriques, spécialement des piles réversibles, ensuite la tension de polarisation, dont il donne des applications à l'analyse électrolytique. L'auteur conclut son étude de la théorie des ions et de l'électrolyse par quelques considérations sur l'énergie chimique qui se manifeste spécialement dans l'électrolyse.

Le petit volume que M. Hollard offre au public est fort intéressant, non seulement par le sujet dont il traite, mais aussi par la manière dont l'auteur s'acquitte de sa tâche. Nous sommes loin d'ignorer les difficultés et les objections qu'a soulevées la théorie des ions, aussi bien en Allemagne, où elle a cependant trouvé les plus chauds partisans, qu'en France et en Angleterre. Mais s'il y a des points obscurs, on ne peut nier les grands services que cette hypothèse à déjà rendus, et que le livre de M. Hollard fait très bien ressortir. Du reste, que d'hypothèses se sont trouvées dans une situation semblable ! Souvent les difficultés ont été peu à peu aplanies, et de ces hypothèses longtemps suspectes sont sorties des théories universellement adoptées. Qu'il suffise de rappeler le passé de l'hypothèse d'Avogadro.

Quel que soit d'ailleurs le sort que l'avenir réserve à la théorie des ions, nous devons être reconnaissants à M. Hollard d'avoir résumé et mis au point les doctrines actuellement proposées à

ce sujet. Nous recommandons vivement l'étude de ce petit opuscule à tous ceux que la théorie intéresse ; ils y trouveront un exposé clair, élémentaire et suffisamment complet.

H. d. G.

XIV

Cours de Routes et Voies ferrées sur chaussées, professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées, par H. Heude, inspecteur général des Ponts et Chaussées. *Introduction. — Leçons nouvelles complémentaires.* Un vol. grand in-8° de 296 pages, avec 37 fig. (Encyclopédie des Travaux publics). — Paris, Béranger, 1912.

Par suite de l'approbation, par le Ministre des Travaux publics de France, de nouveaux programmes pour l'enseignement de l'École des Ponts et Chaussées, des matières entièrement nouvelles ont été ajoutées aux cours classiques existants. Ce sont les leçons sur ces matières qui font l'objet de l'ouvrage de M. Heude, qui constitue donc un complément au cours de route de M. Durand-Claye.

L'auteur débute par l'Introduction de son cours où il appelle l'attention de ses élèves sur l'importance de la construction et de l'entretien des routes et des chemins dans l'œuvre du corps des Ponts et Chaussées, importance que l'automobilisme a mise de plus en plus en lumière.

Après une digression sur l'origine de quelques mots d'usage courant dans le sujet qui l'occupe, le savant professeur expose l'historique de la route. A part les routes romaines, dont il subsiste encore de ci de là des vestiges, les routes du moyen âge étaient des plus rudimentaires et le progrès, bien que lent, ne commença que sous Henri IV, avec Sully et Colbert. Au XVIIIe siècle, un arrêt du Conseil de 1705 ordonna entre autres « que les chemins seront conduits du plus droit alignement que faire se pourra ». C'est de cette époque que datent les grandes chaussées rectilignes que nous possédons en Belgique également. Mais il appartint au XIXe siècle de développer et d'améliorer considérablement les routes et les chemins. Quant aux tramways, ils ne datent que de 1873 et leur nombre depuis lors ne fait qu'augmenter.

Dans la première partie de son ouvrage, M. Heude s'occupe du Service Vicinal.

Après quelques mots sur la forme d'enquête administrative, applicable aux chemins vicinaux, l'auteur expose leurs caractères distinctifs, leur législation, leur classification, leur construction et leur entretien. Il dit un mot de la propriété de leur sol, du règlement et de l'instruction générale qui les concernent. Ces généralités constituent le chapitre I.

Le chapitre II est consacré à l'organisation du personnel de ce service et le chapitre III traite de l'assiette de ces chemins et des questions relatives aux diverses modifications auxquelles elle peut être soumise.

Enfin, l'exécution des travaux, la comptabilité des chemins vicinaux et quelques renseignements sur les chemins ruraux font l'objet des trois chapitres suivants.

Cette partie, plutôt aride, est présentée d'une manière claire et pratique pour ses élèves, futurs ingénieurs des Ponts et Chaussées.

Dans la deuxième partie de son ouvrage, l'auteur s'occupe des Voies ferrées sur chaussées.

Après quelques pages d'introduction, M. Heude, dans un premier chapitre, examine d'une manière approfondie et à l'aide de graphiques la façon de déterminer la subvention de l'État, en conformité de la loi du 11 juin 1880. Il combat les conventions passées en employant la formule forfaitaire dans laquelle les frais d'exploitation sont supposés n'être qu'une fonction des recettes brutes ; il conseille, au contraire, l'emploi d'une formule moins simpliste, mais qui incite l'exploitant à développer le trafic. Toutefois, la formule change quand l'État subventionne par l'intermédiaire d'une ville ou d'un département. Il y a enfin lieu de noter que l'établissement des voies ferrées sur chaussées doit être précédé d'une enquête.

Quel est le meilleur emplacement à donner aux voies de tramway? Cette question est traitée dans le chapitre II. L'auteur rencontre successivement les divers cas qui peuvent se présenter en pratique et signale les meilleures solutions à adopter.

Le chapitre III traite du genre de voie à employer. Sur piste spéciale c'est le Vignole ordinaire, mais sur les parties accessibles aux autres voitures, on emploie presque toujours des rails à gorge.

Ce fut d'abord la voie Loubat sur longrines, mais qui ne présente plus qu'un intérêt historique. Le plus employé est le rail

Broca qui possède une gorge creusée au laminage. Toutefois, comme il s'assemble assez difficilement avec les rails ordinaires, on le réserve plutôt pour les tramways urbains. On a parfois recours à l'emploi d'un contre-rail, mais c'est une disposition coûteuse qui n'est pratique que dans les traverses momentanées de chaussées, par suite de sa facilité d'assemblage avec la voie sur piste spéciale. On a avantage, dans les chaussées pavées, à les poser sur coussinets; c'est soit la voie Marsillon, soit la voie Heude, imaginée par l'auteur et qui présente certainement de sérieux avantages sur la première.

Dans le chapitre IV, l'auteur signale comme revêtement à employer autour des voies de tramways les pavés de grès dur ou de bois et proscrit l'asphalte comme se détériorant sous l'influence des trépidations.

Le chapitre V s'occupe des obligations des concessionnaires pour l'entretien des voies, question délicate qui demande à être bien précisée et prévue d'une manière pratique dans l'arrêté de concession.

Le chapitre VI traite des difficultés résultant de l'application du décret prescrivant des ornières de 29 et 35 millimètres. Ces difficultés proviennent de ce que, par suite du calage différent des roues sur les essieux des wagons de deux compagnies distinctes, les wagons de l'une ne peuvent circuler sur les voies de l'autre. Cette situation, qui est parfois voulue, donne lieu à des transbordements de marchandises que le public n'aime pas. C'est dans ce but qu'a été établie l'unité technique prescrivant des dimensions uniformes pour le matériel roulant et pour la voie.

Cette question, d'après l'auteur, a moins d'importance qu'on ne veut lui en donner, les lignes d'intérêt local étant des affluents des grands réseaux et non des réseaux à longs parcours. Nous ne partageons pas complètement cette manière de voir, car il se présente souvent que deux ou plusieurs lignes d'intérêt local aboutissent à une même station d'un grand chemin de fer, tout en devant échanger entre elles une grande partie de leurs marchandises. Il y a donc tout intérêt au point de vue du public à ce que les transbordements soient supprimés et l'adoption de l'unité technique constitue un réel progrès.

La troisième partie de son ouvrage traite de l'automobilisme en matière routière. La question est envisagée sous un jour tout nouveau, et c'est ce qui en fait son attrait et sa valeur.

Un rapide exposé historique de l'automobilisme constitue le premier chapitre.

Dans le chapitre II, le savant professeur étudie d'une manière approfondie les causes de dégradation des chaussées par les autos. L'origine de celle-ci réside dans le fait que certaines des roues de ces véhicules étant motrices, les éléments constitutifs des chaussées, principalement des empierrements, subissent une série de mouvements successifs en avant et en arrière qui tendent à les déchausser. Ces dégradations s'accentuent par les causes suivantes :

1. Les grandes vitesses qui accélèrent les mouvements de va-et-vient précités ; 2. les antidérapants qui, devant trouver un point d'appui pour éviter le glissement, s'enfoncent dans la chaussée et la labourent ; 3. les poids lourds, qui sont désastreux même pour les chaussées pavées par suite des chocs qu'ils produisent au passage d'un pavé sur l'autre ; 4. l'état actuel de la législation qui ne prévoit rien pour prévenir le mal.

Les deux Congrès de la Route de Paris et de Bruxelles se sont occupés de la question et on y a admis que les charges par essieu peuvent varier suivant les vitesses et que la charge par centimètre de jante peut augmenter avec le diamètre des roues. Enfin une commission a été nommée pour élaborer le Code de la Route.

L'auteur examine ensuite, dans les deux chapitres suivants, les moyens qu'on a essayés pour atténuer, sinon pour supprimer, la poussière et la désagrégation des chaussées empierrées. Le chapitre III traite du goudronnage à chaud, expose les essais effectués et les modes d'épandage et donne la description des appareils Grillot, Lasailly, Voisembert et Hédeline ainsi que le choix à en faire.

Le chapitre IV parle du goudronnage à froid obtenu en mélangeant de l'huile lourde au goudron pour le rendre fluide. L'auteur signale en outre quelques autres procédés dont on a déjà fait l'application.

Les moyens précités sont des remèdes à appliquer à des chaussées existantes, mais à quels procédés y a-t-il lieu d'avoir recours lors de la construction de chaussées neuves ou de réfectionnements importants ? La réponse à cette question fait l'objet du chapitre V. M. Heude passe successivement en revue les divers systèmes essayés et les résultats qu'ils ont donnés. Ce sont : 1. L'incorporation du goudron dans les chaussées ; 2. le rechargement à la chaux et au ciment de manière à former un béton ; 3. le pitch-macadam, où la matière d'agrégation est remplacée par du sable et du brai ; 4. le macadam au tarvia, liquide spécial vraisemblablement à base de goudron ; 5. le rechargement au goudron par

pénétration ou mieux par mélange, ce qui constitue alors le tarmacadam des Anglais ; 6. le macadam asphaltique résultant d'un mélange de pierre dure et de mastic d'asphalte ; 7. les chaussées en ciment ; 8. les pavés en asphalte comprimé ; 9. l'asphalte armé ; 10. les petits pavés ; 11. les revêtements en bitulithe, sorte de béton à mortier bitumineux ; enfin 12. les pavés armés.

Le chapitre VI est consacré à une étude comparative complète du pavage et de l'empierrement au point de vue du prix de revient annuel. Il en résulterait que ce dernier est encore plus économique, et que cette économie peut être en certains cas encore augmentée par les goudronnages.

Le chapitre VII renferme quelques conseils au sujet des modifications à faire aux routes et aux chemins dans l'intérêt de l'automobilisme : goudronnage, relèvement des virages, cimentage, suppression des saignées, règles aux croisements des routes.

Enfin une note sur l'emploi du chlorure de calcium au circuit de l'automobile club de France de 1912, termine cet intéressant ouvrage qui nous fait bien augurer du cours complet de routes dont le savant professeur nous fait espérer la publication ultérieure.

R. v. d. M.

XV

Cours de Ponts métalliques, par Jean Résal, Inspecteur général des Ponts et Chaussées. Tome II, premier fascicule. Ponts suspendus. Un vol. grand in-8° de 195 pages avec 27 fig. (Encyclopédie des Travaux publics). — Paris, Béranger, 1912.

Comme dans tous ses ouvrages, M. Résal apporte ici de précieuses contributions à la science de l'ingénieur par l'exposé de théories nouvelles et de méthodes de calcul pratiques.

Le premier chapitre expose les méthodes de calcul des ponts suspendus des divers types qu'on peut rencontrer.

Pour les ponts suspendus *non rigides*, une méthode de fausse position lui permet d'éviter les calculs longs et laborieux provenant de la résolution d'une équation bicarrée.

Dans le cas des ponts suspendus *à poutre de rigidité*, M. Résal s'écarte des méthodes proposées généralement parce que, d'après

lui, la loi de Hooke, ou principe de l'indépendance des effets des forces agissant simultanément, n'est pas applicable à ce genre d'ouvrage. Il fournit une méthode nouvelle basée sur un théorème, démontré en 1894 par M. Godard, ingénieur des Ponts et Chaussées, et qu'il applique successivement aux ponts suspendus à poutre de rigidité continue et à poutre discontinue.

Enfin l'auteur signale les modifications que subissent ses méthodes dans le cas où les appuis des câbles ne sont pas au même niveau.

Le deuxième chapitre est consacré à la théorie des mouvements oscillatoires et vibratoires dans les ponts suspendus et à l'influence de la poutre de rigidité sur la stabilité de l'ensemble.

Après un exposé détaillé des propriétés de ces mouvements en général, l'auteur fait une étude approfondie des mouvements périodiques d'un câble flexible droit ou parabolique.

Il en fait ensuite l'application aux ponts suspendus flexibles. Ceux-ci sont susceptibles d'un mouvement mixte résultant d'une oscillation transversale embrassant tous les éléments du pont, tablier et câble, et d'une oscillation pendulaire et d'une vibration élastique n'intéressant toutes deux que le câble.

L'application de ces mouvements aux ponts à poutres de rigidité fait l'objet du paragraphe suivant. La présence de ces poutres a pour effet de diminuer l'amplitude et l'énergie du mouvement oscillatoire, de partager l'énergie entre l'oscillation transversale et la vibration élastique, d'amortir le mouvement mixte et de résister aux impulsions successives.

Dans un troisième chapitre, M. Résal fournit deux applications numériques très détaillées du calcul d'un pont suspendu flexible et d'un pont suspendu à poutre de rigidité. La traction horizontale, la déformation du câble, les efforts qu'il subit et son allongement font, dans chacun des cas, l'objet de recherches successives.

Le quatrième chapitre est consacré à l'examen du mode de réglage des ponts suspendus, de l'équilibrage de la poutre et de l'emploi de haubans.

Enfin une note additionnelle sur la rectification de la parabole termine ce fort intéressant ouvrage.

R. v. d. M.

XVI

Organes des machines opératrices et des transmissions, par L. Jacob, Ingénieur général d'Artillerie navale (ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie* de l'*Encyclopédie scientifique*). Un vol. in-18 jésus de 358 pages avec 372 figures dans le texte. — Paris, Doin, 1913.

Le nouveau volume de M. l'Ingénieur général Jacob vient attester ce que le sujet, en apparence le plus terre-à-terre, peut prendre d'intérêt vraiment scientifique lorsqu'il est traité à un point de vue général et suivant une ordonnance rationnelle.

C'est en une série de trois volumes, que M. Jacob nous donne, en ce qui concerne la question des machines opératrices, un tel exposé, c'est-à-dire de celles qui, recevant l'énergie des machines motrices, la dépensent en vue de faire subir certaines déformations ou transformations à la matière qui leur est livrée.

Dans ce premier volume, l'auteur envisage l'organe agissant directement sur la matière, c'est-à-dire l'outil, et les organes qui, interposés entre l'arbre moteur et l'outil, suppléent aux mouvements du bras de l'ouvrier travaillant à la main.

Conçu, nous le répétons, dans un esprit vraiment scientifique, le livre de M. Jacob sera, pour la plupart des lecteurs, une source de réelles surprises, car il faut reconnaître que le public, pris dans sa généralité, renseigné de façon sommaire, par une expérience en quelque sorte journalière, sur le fonctionnement des outils les plus communs, est le plus souvent fort mal instruit des véritables circonstances de ce fonctionnement.

La première partie du volume est consacrée à l'outil. Successivement, l'auteur envisage les outils à main pour le travail du bois et des métaux, les outils des machines à travailler le bois, le mode de travail des outils à métaux, le mode de confection des outils, les outils à tour, les outils de rabotage et de mortaisage, les outils de perçage et d'alésage, les fraises et les scies, enfin les meules.

La deuxième partie englobe tous les organes des machines opératrices autres que l'outil, et examinés, autant que possible, dans l'ordre où ils se rencontrent à partir de l'arbre-moteur.

Pour l'étude du mouvement de ces organes, l'auteur renvoie

à la *Cinématique appliquée* qu'il a déjà fait paraître dans la même collection (1). Il consacre toutefois un chapitre à la description schématique des transformations de mouvement les plus employées. Il indique sommairement aussi, en un autre chapitre, les principes à observer dans l'emploi des matériaux pour la construction de ces organes en vue de les rendre aptes à résister aux efforts qu'ils ont à subir. Un chapitre est enfin réservé aux moyens employés en vue d'atténuer les frottements, c'est-à-dire à la question pratiquement capitale du graissage des machines.

Une fois ces généralités exposées, l'auteur passe successivement en revue les paliers et crapaudines, les arbres et pivots, les manchons et embrayages, les poulies et tambours, les courroies et câbles, les engrenages et vis sans fin, y compris leur taille, les ressorts et les assemblages. Il met enfin en relief les points essentiels à observer dans l'installation même de ces divers organes, d'où dépend en grande partie le bon fonctionnement de la machine.

Parmi les passages où s'affirme plus particulièrement l'esprit scientifique dans lequel l'ouvrage a été conçu, nous citerons l'analyse du mode de fonctionnement des scies, l'étude des efforts développés dans le travail des outils à métaux, celle de l'influence de la position de la trajectoire élastique du tranchant par rapport à la direction de la pièce à travailler, les principes de la résistance des organes, et, plus particulièrement, des arbres de transmission, le calcul des courroies et câbles, celui des dents d'engrenage, celui enfin des ressorts, qui fait appel à des considérations délicates d'élasticité.

G. C.

XVII

Théorie du navire, par M. Bourdelle, Ingénieur principal de la marine, ancien professeur à l'École du Génie maritime (Ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque de mécanique appliquée et Génie* de l'*Encyclopédie scientifique*). Deux vol. in-18 jésus de 390 et 363 pages, avec 161 et 88 figures dans le texte. — Paris, Doin, 1912.

(1) Voir l'analyse de cet ouvrage parue dans la livraison de juillet 1912 (p. 278).

La théorie du navire comprend, comme on sait, toutes les notions géométriques et mécaniques qui ont trait à l'étude de l'équilibre et du mouvement d'un navire sur la mer. Cet ensemble, très vaste et très varié, atteste qu'il n'est pas de science d'application faisant de plus larges emprunts aux sciences mathématiques que celle du constructeur naval, et, de fait, nombre de perfectionnements qui se sont introduits en diverses théories, notamment en celle des surfaces, ont été provoqués par les besoins mêmes de l'étude du navire ; pour n'en citer qu'un exemple qui mérite de rester célèbre entre tous, on n'ignore pas que ce sont les recherches auxquelles Dupin a été conduit comme architecte naval qui l'ont mis sur la voie des belles contributions par lui apportées à la théorie des surfaces.

Cette théorie du navire, d'une importance capitale pour les ingénieurs, n'est pas d'un moindre intérêt pour les mathématiciens à qui elle offre un bel ensemble d'applications des théories abstraites sur lesquelles s'exerce leur effort.

Ayant naguère enseigné cette science à l'École du Génie maritime, M. Bourdelle en a donné un exposé très substantiel dans les deux volumes ici mentionnés, dont l'un traite de la géométrie et de la statique du navire au repos pour aboutir aux méthodes pratiques de calcul des carènes, et l'autre, de la résistance du navire en mouvement, soit en eau calme, soit sur mer houleuse.

Cette science du navire a dû, pour une large part, son développement aux ingénieurs français du Génie maritime, et, plus spécialement à ceux qui ont, comme l'auteur, occupé la chaire y consacrée à l'École d'application. C'est ainsi qu'il s'est trouvé amené à s'inspirer des cours précédemment professés à diverses époques par MM. Garnier, Pollard, Bartin, Doyère, Brosser et, plutôt encore, de celui de M. Clauzel, qu'il avait suivi comme élève et auquel, dans son premier volume, faute de pouvoir trouver mieux, il a fait les plus larges emprunts.

Il convient encore de citer, parmi ses sources, le grand ouvrage, aujourd'hui classique, de MM. Pollard et Dudebout, les remarquables conférences données à l'École supérieure de la Marine par M. de Courville, enfin les recherches originales du commandant Guyou, du professeur Kriloff, de l'Académie navale de Saint-Pétersbourg, et de l'ingénieur italien Russo.

De cette abondante littérature, fondue en un seul tout par les soins de l'auteur, est sorti un exposé très nourri, en même temps que fort bien ordonné, qui fait pénétrer au cœur des

questions si diverses que soulève le sujet et qui toutes, avec des modalités différentes, sont de nature à retenir l'attention non seulement de l'ingénieur, mais même du simple curieux de science géométrique et mécanique, soucieux de se rendre compte de la portée des principes empruntés à la théorie pure.

L'auteur commence par exposer les principes de l'équilibre des corps flottants, étudiant les inclinaisons infiniment petites d'un flotteur autour de sa position d'équilibre pour en déduire les conditions dans lesquelles l'équilibre est stable. Cette théorie, amorcée par les travaux d'Euler et de Bouguer, poussée plus avant par Dupin et par Bravais, a dû ses derniers développements principalement à MM. Guyou et Simart, ainsi qu'à M. Duhem. Le livre fait connaître l'essentiel de ces diverses recherches très intéressantes pour quiconque a le goût des applications de la géométrie aux sciences physiques.

Lorsqu'on envisage des inclinaisons finies, le problème devient d'une extrême complication ; mais on peut, en fait, y introduire de notables simplifications permettant de réduire l'étude de la stabilité à la construction de certains diagrammes, d'un emploi très commode, au sujet desquels l'auteur entre dans tous les détails que requiert une pratique courante.

Bien que les formes des navires n'obéissent pas, dans leur ensemble, à une loi géométrique simple, on peut néanmoins, pour une inclinaison appréciable de part et d'autre de la flottaison initiale, assimiler le plus souvent la muraille du navire à un solide géométrique ; de là, l'intérêt qu'il y a à déterminer les éléments de la stabilité pour quelques flotteurs affectant des formes géométriques élémentaires, prismatiques notamment ou cylindriques ; et c'est ce que fait encore l'auteur.

Il est important de tenir compte aussi des variations de la répartition des poids à l'intérieur du navire en tant qu'elles peuvent influencer les conditions de sa stabilité. L'auteur consacre un chapitre spécial à ce sujet en envisageant successivement le cas d'un poids solide, puis celui, beaucoup plus délicat, étudié pour la première fois, il y a une quarantaine d'années, par M. Clauzel (aujourd'hui directeur du Génie maritime en retraite) d'un chargement liquide ; cette étude aboutit à la détermination de l'effet de l'envahissement par l'eau d'un compartiment d'un navire d'où se déduisent les règles qui doivent présider au cloisonnement général du navire.

Le chapitre qui termine la première partie complète les généralités précédentes par l'examen de diverses questions acces-

soires d'une haute importance, telles que la détermination expérimentale de la stabilité, la discussion détaillée de toutes les circonstances, soit d'un échouage, soit d'un lancement, l'indication du procédé connu sous le nom de *soufflage*, permettant de remédier à l'insuffisance de stabilité d'un navire par application, contre la muraille, d'une sorte de ceinture, enfin l'étude du mode de fonctionnement des docks flottants sans porte, permettant la mise à sec des navires en vue de leur visite, de leur carénage ou de leur réparation.

La deuxième partie est réservée aux méthodes pratiques de calcul de carènes. En premier lieu, les formes d'une carène échappant à toute définition géométrique simple, il est essentiel de disposer de méthodes de quadrature approchées ; l'auteur expose toutes celles qui sont d'un emploi courant dans les constructions navales pour les appliquer aux différentes déterminations que comporte le calcul des carènes : volume, position du centre de carène, rayons métacentriques, etc. Il traite successivement le problème pour les carènes droites et pour les carènes inclinées soit dans le sens de la longueur, soit dans le sens transversal, et il fait connaître les diverses méthodes proposées, en vue de la solution de ces problèmes, par Reech et Risbec, par Barnes, par Daymard, par Leparmentier, par Normand et Spence, par Doyère, par Ravier, par Guyou et Simart. Ces méthodes, toutes intéressantes à divers égards, constituent des exemples frappants de la haute utilité des théories purement géométriques dans le domaine de la technique.

L'intérêt scientifique s'accroît encore avec le second volume, tout entier consacré au navire en mouvement, et qui s'ouvre par une étude sommaire des ondes, renfermant tout l'essentiel de ce que l'ingénieur naval a besoin de savoir sur le sujet.

La résistance des carènes à la translation soit longitudinale, soit oblique, fait l'objet de deux chapitres spéciaux où se trouve rassemblé tout ce que l'expérience, jointe à la théorie, a permis d'apprendre sur la matière. On y rencontre des problèmes d'un sérieux intérêt mathématique, comme celui de la détermination des lignes de courants d'après Rankine, à côté de questions où domine le côté expérimental, comme celle de la mesure de la résistance par la méthode des modèles, pour l'exposé de laquelle l'auteur s'inspire des travaux de M. Marbec. Mais il convient de mentionner tout spécialement la belle théorie développée à propos du mouvement du navire sous l'effet de son gouvernail, qui constitue un problème de mécanique aussi curieux que

difficile que sont venues éclairer nombre d'importantes observations.

Vient ensuite l'étude des mouvements non voulus du navire, de ceux que provoque la houle, à laquelle l'étude du roulis en eau calme sert d'introduction. Cette dernière question est traitée successivement par l'auteur au point de vue théorique (où elle constitue encore un très beau problème) et au point de vue expérimental ; il y décrit et y discute, en outre, les dispositifs proposés pour l'amortissement du roulis.

Pour ce qui est du mouvement le plus général du navire sur mer houleuse, l'auteur, après avoir rappelé les méthodes classiques de MM. Fronde et Bertin, fait un exposé très complet des savantes recherches de M. Kriloff qui marquent le terme de ce que l'analyse mathématique a, jusqu'ici, permis d'obtenir dans cette voie. A la suite de cette théorie générale, on trouve avec plaisir une élégante étude géométrique du roulis sur houle qui utilise le mode de représentation imaginé par Cornu dans son étude sur la synchronisation électromagnétique, où il en a tiré un si heureux parti, et qui, plus clairement que les équations, permet de mettre en évidence les circonstances du mouvement du navire. L'auteur fait encore connaître, d'après M. Kriloff, l'intégration de l'équation du tangage sur houle et consacre un paragraphe spécial à l'étude des forces d'inertie à considérer dans le mouvement du navire à la mer.

Un dernier chapitre est réservé à l'étude purement expérimentale du mouvement du navire sur houle et au résumé des conclusions découlant de tout ce qui précède relativement à l'appréciation des qualités nautiques d'un navire donné.

G. M.

XVIII

Constructions navales. Coque, par J. Rougé, Ingénieur principal de la Marine (ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie* de l'*Encyclopédie scientifique*). Un vol. in-18 jésus de 303 pages, avec 129 figures dans le texte. — Paris, Doin, 1912.

Le but que poursuit le théoricien de la construction du navire est, ainsi que le dit l'auteur, l'étude de la charpente du bâtiment,

des procédés de détermination et d'exécution de cette charpente, et de l'aménagement du navire en vue des divers services à remplir. De là, dans l'art de l'architecte naval, deux parties principales : construction de la coque et aménagement. C'est à la première d'entre elles qu'est consacré le présent volume qui suppose acquis déjà les principes de la théorie du navire, exposés dans un autre volume de la collection (1).

Dans une Introduction, d'une dizaine de pages, l'auteur définit d'abord les conditions que doit remplir le navire, afin de faire ressortir leur influence sur le mode de construction et sur les dispositions de la charpente. D'ailleurs, en plus des qualités nautiques (stabilité, navigabilité, facilité d'évolution, flottabilité) qu'il y a lieu d'envisager pour un navire quelconque, il examine à part celles qui ne concernent que les navires de guerre et montre comment, en vue de satisfaire plus spécialement à telle ou telle de ces qualités spéciales, on a été amené à la conception des divers types qui se rencontrent dans les armées navales.

Le volume se divise en trois parties.

La première, à la suite d'un chapitre de notions générales et de définitions, traite des matériaux de construction en passant en revue leurs principales propriétés physiques et mécaniques et indiquant leurs différents modes d'assemblage.

La deuxième partie est consacrée à l'étude générale de la charpente. Après avoir mis en évidence les divers efforts auxquels elle doit résister, l'auteur en déduit la détermination des échantillons. Il décrit ensuite l'agencement général de la charpente soit en bois, soit en métal, ainsi que celui des bordés métalliques. En raison des formes plus compliquées de la carène à l'avant et à l'arrière, la charpente correspondant à ces extrémités fait l'objet d'un chapitre spécial.

Dans la troisième partie sont étudiées toutes les installations de coque relatives à la propulsion (mâture et appareils moteurs), à la navigabilité (quilles, pavois et brise-lames), à l'habitabilité (cloisons, revêtements des parois métalliques, ouvertures de la coque et fermetures étanches), à la puissance offensive des navires de guerre (disposition générale de l'armement et installation particulière de ses diverses parties), à leur puissance défensive (cuirassement, blindages, compartimentage).

Le sujet étant traité avec un souci constant d'en dégager les idées générales, le volume, sous sa forme condensée, n'est pas

(1) Voir le compte rendu précédent.

seulement fait pour intéresser les spécialistes, mais encore tous les lecteurs soucieux de se donner une vue d'ensemble de l'art des constructions navales.

G. M.

XIX

Les tremblements de terre : *Essai sur l'état actuel de la séismologie* (Extrait des Mémoires de la Société des Sciences, Arts et Agriculture de Lille), par M. H. Douxami, professeur à la Faculté des sciences de Lille, 1911.

Au cours de ces dernières années, des travaux importants ont été publiés sur les tremblements de terre. En France, les livres de M. de Montessus de Ballore (1) en particulier, ont grandement contribué à faire de l'étude des tremblements de terre une science spéciale, la séismologie, qui a aujourd'hui ses méthodes, ses instruments de précision, ses résultats déjà coordonnés. Dans son travail M. H. Douxami décrit les phénomènes séismiques, fait connaître le séismographe qui permet d'enregistrer les secousses, indique la manière dont on analyse et interprète un séismogramme, et recherche les causes des tremblements de terre.

Ces premiers chapitres, à côté de l'historique des questions, de l'exposé des diverses théories émises pour expliquer les tremblements de terre, renferment des indications pratiques qui témoignent que l'auteur a non seulement dépouillé toute la bibliographie du sujet, mais qu'il a lui-même utilisé le séismographe.

Toutefois l'intérêt principal et le caractère original de l'ouvrage résident surtout dans le dernier chapitre où sont étudiés les *Mouvements du sol dans le Nord de la France*. L'auteur y a rassemblé un grand nombre de renseignements sur les tremblements de terre dont l'histoire a gardé le souvenir dans tout le Nord de la France et en Belgique. L'énumération qui est faite des principaux mouvements du sol dans ces pays, est accompagnée d'une carte générale où sont indiqués tous les

(1) *Les tremblements de terre* et *La Science séismologique*, édités chez Colin. En 1911, M. de Montessus a donné de ces ouvrages un résumé, destiné au grand public, et intitulé *La séismologie moderne*, Colin.

points où des séismes ont été signalés, et leurs épicentres probables.

De la liste que M. Douxami a dressée, quelques traits d'ensemble se dégagent, que l'on connaissait déjà pour l'Ardenne du moins par les ouvrages de M. de Montessus, mais qui n'avaient pas encore été dégagés avec la même netteté en ce qui concerne le Nord de la France et surtout la Flandre.

La Flandre, sans être exposée à des tremblements de terre comparables en intensité ou en fréquence à ceux qui se produisent en Italie, en Espagne ou en Provence, n'est pas cependant une région tout à fait stable, comme on le croit communément. De la statistique relevée par M. Douxami, il ressort que la Flandre est secouée en moyenne trois ou quatre fois par siècle. Voici les faits les plus saillants parmi ceux que rapporte M. Douxami :

En 1381, le 21 mai, tremblement de terre en Flandre. Les secousses réitérées causèrent une panique en beaucoup d'endroits, et à Ypres le parti au pouvoir en profita pour se débarrasser de quelques ennemis : quatre religieux furent accusés de sortilège et d'avoir causé, par leurs maléfices, l'ébranlement du sol.

En 1580, le 6 avril, le mercredi de Pâques, de Paris à Cologne et à York, trois secousses furent ressenties : l'épicentre paraît avoir été en Angleterre. Calais, Boulogne, Bruxelles, furent ébranlés ; à Audenarde, des secousses se dirigeant de l'Ouest à l'Est produisirent dans les campagnes des ondulations rappelant les vagues de la mer ; dans la ville, les arbres, les maisons oscillèrent d'environ deux pieds, il se produisit des chutes de pierres et de tuiles qui blessèrent et tuèrent différentes personnes. De longues étendues de côtes ont été agitées, comme s'il y avait eu des chocs sous-marins.

En 1670, le 18 septembre, Anvers, Dunkerque et Calais auraient été ébranlés ainsi que toutes les côtes sud de la Manche et de la mer du Nord.

En 1692, tremblement de terre ressenti à Lille et en divers lieux des Flandres.

En 1776, une secousse légère à Nieuport, fut beaucoup plus forte à Calais et à Dunkerque.

En 1828, secousse ressentie jusqu'à Dunkerque et paraissant dirigée du Sud au Nord.

En 1895, des secousses ont été ressenties dans toute la région qui s'étend des environs d'Arras jusqu'au nord de Gand ; mais

ces secousses n'ont affecté que le Sud-Est de la Flandre et ne paraissent pas même avoir atteint Ypres.

A ces phénomènes, il faut rattacher probablement les bruits énigmatiques, très connus des habitants de la côte de la mer du Nord, et appelés par eux Mistpoeffers, qui sont attribués à à des vibrations du sol trop faibles pour se traduire en secousses et qui peuvent cependant se transformer en ondes sonores.

Des cartes donnent le tracé des courbes isoséistes des tremblements de terre du 23 février 1828, d'après Egen, du 2 septembre 1896, et du 12 novembre 1908 (celui-ci dans la région de Liège, d'après Lohest et de Rauw). Ces deux dernières cartes mettent en évidence la position des régions épicentrales probables et amorcent la recherche des causes des tremblements de terre de la Région du Nord.

Car si les phénomènes d'ordre séismique observés en Flandre sont peu nombreux et n'offrent qu'une importance minime, il y a toutefois quelque intérêt scientifique à rechercher leurs causes.

D'après l'ensemble des faits recueillis par M. Douxami et l'examen des quelques cartes avec courbes isoséistes qu'il a pu dresser, il existe deux régions bien déterminées, ou épicentres, d'où partent les secousses qui ont affecté les Flandres : 1° le pays compris entre Arras et Douai, le long de la Scarpe ; 2° les environs de Liège, entre Stavelot et Havré. — De plusieurs des faits cités, et notamment des observations faites lors du tremblement de terre en 1580, on peut induire aussi qu'il existe probablement un troisième centre d'ébranlement dans la partie méridionale de la mer du Nord.

On peut regretter que M. Douxami n'ait pas rapproché des données recueillies sur les régions du Nord de la France quelques indications sur les tremblements de terre du Sud-Est de l'Angleterre ; il eût peut-être pu dégager et mettre en évidence plus qu'il ne l'a fait l'existence et le rôle de ce troisième épicentre.

Si l'on recherche les causes premières des ébranlements qui se produisent dans ces régions épicentrales, il faut écarter d'abord le déhouillement. Le creusement de galeries souterraines pour l'exploitation du charbon peut bien être cause d'affaissements du sol, mais ceux-ci se produisent très lentement et n'affectent nullement l'allure des secousses brusques d'un tremblement de terre ; de plus, beaucoup des séismes enregistrés en Flandre et dans tout le Nord de la France et la Belgique

l'ont été bien avant l'exploitation de la houille en ce pays ; enfin cette cause ne pourrait expliquer les secousses subies maintes fois sur les côtes méridionales de la mer du Nord, en Angleterre et en France, et paraissant cheminer de l'Ouest à l'Est (en 1580, par exemple).

Les mouvements du sol dans les régions épicentrales — d'où ils peuvent se propager ensuite jusque dans les Flandres — peuvent s'expliquer plutôt par les mêmes causes que les tremblements de terre plus importants et plus étendus qui affectent les régions très séismiques. Ils seraient dus à des affaissements qui se produisent dans les parties profondes de l'écorce terrestre. Les terrains primaires qui existent en-dessous de la surface (et parmi lesquels se trouve le terrain houiller), sont recoupés par des fractures ou failles, le long desquelles les compartiments de l'écorce peuvent glisser, s'affaisser ou se relever ; aux environs de Douai, la faille Gayant provoque ainsi un rejet de 400 mètres dans les couches de charbon ; à l'est de Liége, on connaît de même, dans le bassin d'Aix-la-Chapelle, des failles avec rejets de 167, 218, et 125 mètres. Ces failles, qui sont très anciennes, peuvent encore jouer actuellement, se prolonger même des profondeurs du sol vers la surface et affecter les terrains plus récents, secondaires ou tertiaires (voire même, en certains cas, les terrains quaternaires) qui forment les couches superficielles du sol dans nos régions du Nord de la France.

Les ébranlements souterrains mettent en mouvement des compartiments entiers de l'écorce dans les régions épicentrales (le pays de Douai, le pays de Liége), dont le sous-sol est ainsi accidenté par d'importantes fractures ou failles ; ces mouvements se propagent ensuite, à la manière de mouvements ondulatoires, vers les pays voisins, et peuvent atteindre les Flandres et y être ressentis sous forme de secousses du sol, très faibles et de peu de durée.

G. Delépine.

XX

Les parathyroïdes, par Louis Morel. Un vol. in-8° de 344 pp., cartonné toile. — Paris, A. Hermann et fils, 1912.

Ce volume est le second de la collection de Monographies que nous avons signalée dans le compte rendu précédent. L'actualité

du sujet traité est évidente. L'étude générale de la fonction de sécrétion interne ne date pas de si longtemps, et parmi les glandes à sécrétion interne, les parathyroïdes furent d'abord confondues avec le corps thyroïde. Leur description anatomique et histologique fut faite, pour la première fois, en 1880, par Sandstrœm, d'Upsal ; quant à leur rôle physiologique très spécial, il ne fut mis en évidence qu'en 1891, par M. Gley, de Paris.

Avant les travaux de ce dernier, on se voyait bien embarrassé d'interpréter les résultats incohérents de l'ablation du corps thyroïde : effets variables avec l'espèce animale ; troubles tantôt bénins, tantôt graves et même mortels ; accidents nerveux aigus, crises convulsives ou tétaniques, puis, tout à côté, rien que des altérations trophiques à évolution lente... La lumière se fit dans ce chaos lorsqu'on remarqua, grâce à M. Gley, que la diversité des accidents de la thyroïdectomie tenait à ce que celle-ci s'accompagnait ou non, d'après les patients, d'une parathyroïdectomie totale ou partielle. Il fut possible, dès lors, d'étudier séparément le rôle de chacun des deux systèmes glandulaires contigus. Et les travaux ne manquèrent pas.

M. Morel, dans sa monographie très complète et très claire, présente une mise au point de toutes les recherches faites à ce jour sur la fonction parathyroïdienne. Après un mot d'historique et la réimpression fort utile des mémoires fondamentaux de Sandstrœm (en traduction française) et de Gley, il examine successivement, avec un sens critique très sûr, servi par une érudition copieuse, *l'anatomie des parathyroïdes, l'insuffisance parathyroïdienne expérimentale, les relations entre parathyroïdes et autres glandes à sécrétion interne*, enfin — et ce chapitre est d'un grand intérêt pour le médecin — *l'insuffisance parathyroïdienne chez l'homme.*

Un index bibliographique très abondant (19 pages) — presque complet — termine le volume, qui nous semble bien répondre au type de la monographie précise et utilisable.

J. Maréchal.

XXI

Le goût et l'odorat, par L. Larguier des Bancels. Un vol. in-8° de 94 pages, cartonné toile. — Paris, A. Hermann et fils, 1912.

Sous la direction de M. Dastre vient d'être inaugurée — par le petit volume que voici — une série de Monographies, dont le titre « Questions biologiques actuelles » indique le but spécial. Elles constitueront un intermédiaire utile entre les Bulletins ou les *Zentralblatt*, moyen d'information plus rapide, mais aussi plus dispersé et moins critique et, d'autre part, les *Traités* proprement dits, dont la masse imposante et tassée présente un moment d'inertie trop considérable pour leur permettre de serrer de près la démarche vive et d'ailleurs capricieuse des recherches.

Ce que nous offre M. Larguier des Bancels, c'est un état détaillé et précis de la psychophysiologie de la gustation et de l'olfaction. On sait combien ces domaines de recherche se sont montrés ingrats et quelle diversité a régné dans les vues théoriques des expérimentateurs qui s'y aventurèrent. Les psychologues aussi bien que les purs physiologistes apprécieront le travail de triage et de coordination que l'auteur de cette monographie a effectué si consciencieusement pour leur plus grande commodité ; et ils reconnaîtront volontiers que ce premier volume répond parfaitement au but que s'est proposé M. Dastre.

Les deux études de M. Larguier des Bancels sont de tenue très scientifique, parfaitement informées et très claires. On peut dire qu'au point de vue où s'est placé leur auteur, elles épuisent leur sujet. Leur bibliographie est abondante et à jour.

J. Maréchal.

XXII

Zigzags au pays de la science, par A. Acloque. Un vol. grand in-8° de 366 pages, nombreuses figures. — Tours, Mame et Fils.

Ce volume fait partie de la *Bibliothèque des familles et des maisons d'éducation*. Il y est surtout question d'insectes, mais aussi de crustacés et de mollusques, d'oiseaux et de poissons, voire de la pomme de terre et du tabac, de la pluie et de la foudre, des étoiles et de la comète de Halley, etc. Sujets disparates, choisis parmi les plus curieux ou les plus pittoresques et qui n'ont d'autre lien que le but que poursuit et qu'atteint l'auteur : « donner aux jeunes gens, sous une forme élémentaire appropriée à leur âge, le goût et la connaissance des faits scientifiques ».

N. N.

XXIII

Quatre Français, par Denys Cochin, de l'Académie française. Un vol. in-12 de VIII-272 pages. — Paris, Hachette 1912.

Ces quatre Français, illustres dans les sciences, l'érudition et les lettres, morts aujourd'hui, sont, dans les sciences proprement dites, Pasteur et Chevreul, dans l'érudition, la critique et l'histoire, Brunetière et Albert Vandal.

Ces deux derniers, dont le genre de savoir, si éminent soit-il, ne rentre pas dans le cadre de ce recueil, n'occupent guère que le dernier tiers du volume. Les exposés dont ils sont l'objet sont la reproduction, pour le premier, d'une conférence donnée à Besançon le 2 avril 1911, pour le second, du discours de réception à l'Académie française, le 29 février 1912, de M. Denys Cochin y succédant au dit Albert Vandal.

Nous n'avons à nous occuper ici que de Pasteur et de Chevreul. Les études qui les concernent avaient été publiées de leur vivant : la première avait paru dans la Revue des deux Mondes en 1884 (1), sous ce titre significatif : *Les Travaux de M. Pasteur ;* la seconde avait été publiée par le Correspondant en 1886, à l'occasion des cent ans de M. Chevreul, sous ce titre que s'était donné à lui-même le vénérable centenaire : *Le doyen des étudiants.*

On le voit, ces deux dernières reproductions ne sont pas des nouveautés. Et cependant elles n'en restent pas moins actuelles, tant est grande la portée des travaux et des découvertes des deux illustres savants (2). Et il est bon d'avoir réuni, et mis ainsi à la portée d'un grand nombre de lecteurs, le récit de ces découvertes et de ces travaux par un écrivain auquel sa valeur comme homme politique et comme homme de lettres n'enlève rien de sa compétence en matière scientifique. Admis dans les laboratoires et ayant pu suivre pas à pas l'enchaînement des observations des savants expérimentateurs, il était pleinement qualifié pour en présenter le tableau, et futur membre de l'Académie française, il ne l'était pas moins pour revêtir ces tableaux de

(1) Onze ans avant la mort du célèbre biologiste.

(2) Sur un très petit nombre de points où les conclusions de Pasteur ont été dépassées depuis lors, l'auteur l'indique par une note de bas de page.

l'élégance littéraire et de cette clarté que Boileau attribue à la parfaite connaissance des choses.

Nous ne saurions entrer ici dans le détail de l'œuvre complexe et grandiose de Pasteur. Pour ses débuts il établit la différence fondamentale qui sépare la matière inorganique aux forces *symétriques*, de la matière organique aux forces *dissymétriques;* et par une généralisation hardie il est conduit à constater la constitution dissymétrique de l'Univers. Ses recherches et ses célèbres expériences sur les infiniment petits l'amènent à renverser définitivement la théorie des générations spontanées, en montrant que tout être vivant vient d'un germe vivant, et établissant ainsi la ligne de séparation entre la matière simplement organique et la nature vivante. Il étudie ensuite l'action des êtres microscopiques sur les matières organiques, puis sur les êtres vivants tels que les vers à soie, plus tard sur les animaux supérieurs. Séparant, au moyen de bouillons de culture appropriés, les bactéries utiles, il arrive enfin à ses immortelles découvertes sur la maladie charbonneuse et sur la rage qui mettent le sceau à sa double gloire de savant et de bienfaiteur de l'humanité.

Esprit philosophique autant que savant et lettré, l'auteur nous montre comment le sens synthétique de Pasteur l'a guidé dans toutes ses recherches et l'a incessamment conduit de découverte en découverte.

En 1886, Chevreul, qui ne devait mourir qu'en 1889, atteignait sa centième année. Toujours vert, travaillant, étudiant toujours, il s'était proclamé « le Doyen des étudiants », alors qu'il eût pu, comme l'observe M. Denis Cochin, se dire le doyen des maîtres. Il a fourni, dans sa longue carrière, une foule de travaux utiles et quelques vraies découvertes. Ses innombrables publications soit communiquées à l'Académie des Sciences, soit parues dans le Journal des Savants, et nombre d'autres recueils scientifiques se rapportent à l'histoire de la chimie à toutes les époques, à l'histoire interprétative de l'astrologie, de la magie, de l'occultisme, etc., dans l'antiquité, au moyen âge comme aux temps modernes et contemporains.

Ses travaux dans l'étude des matières grasses l'ont amené à contribuer dans une large mesure aux progrès réalisés dans la chimie organique, si variée et si complexe au regard de la chimie inorganique. Enfin, ses observations sur les couleurs, les

effets de leurs combinaisons, leur « contraste simultané », complètent l'ensemble des travaux de cet incomparable « étudiant ».

Ajoutons que ces deux vrais et grands savants, Pasteur et Chevreul, furent notoirement patriotes et chrétiens.

En terminant ces notes rapides, observons que la brève énumération qu'elles contiennent ne donne pas une idée de l'humour, du style entraînant, du charme dont l'auteur a revêtu ses brillants exposés.

C. de Kirwan.

XXIV

Les embarras de l'Allemagne, par Georges Blondel, sixième édition, revue et augmentée. Un vol. in-12 de 350 pages. — Paris, Librairie Plon, 1913.

Les difficultés internationales de l'heure présente donnent une gravité particulière aux répercussions que peuvent avoir les embarras de l'Allemagne. Aussi ne faut-il pas s'étonner de l'accueil empressé qu'ont fait au livre de M. Blondel les lecteurs de langue française. Au surplus, si cet ouvrage en est à sa sixième édition, six mois après qu'il a paru, c'est encore pour d'autres raisons qui tiennent à la personnalité de l'auteur, à la forte documentation de son travail, à la hauteur de ses vues, à la perspicacité de ses appréciations.

Disons le tout de suite, je pense que celles-ci sont teintées d'un peu de pessimisme. Mais combien vaste est le champ des investigations auxquelles M. Blondel s'est livré !

Il suffira de reproduire l'énoncé des questions traitées par l'auteur pour en fournir la preuve surabondante.

En effet, M. Blondel étudie successivement la constitution impériale et ses imperfections, les embarras financiers, les divisions des partis, les difficultés économiques, la situation des banques, le malaise des populations rurales, la poussée socialiste, la législation sociale, la question morale, la réforme électorale en Prusse, la situation particulière des Polonais et des Alsaciens, les préoccupations extérieures. Les chapitres ajoutés à son œuvre, en forme d'appendice, ne sont pas moins intéressants ; ils ont pour objet les progrès de la criminalité, les syndi-

cats chrétiens et les groupements professionnels, la situation financière en cas de guerre, les évolutions de la politique commerciale. Le livre s'achève par un parallèle entre le peuple d'Allemagne et le peuple de France.

Le temps de parler plus longuement de ce beau livre me fait défaut. C'est dommage. J'aurais voulu pouvoir résumer ici certains chapitres particulièrement instructifs ou suggestifs. Je suis obligé de renvoyer nos lecteurs à l'ouvrage même, et, somme toute, ce sera tout profit pour eux. Même s'ils ne s'intéressent pas en spécialistes aux problèmes économiques, ils n'en auront pas moins lieu d'être satisfaits. Car M. Blondel, s'il est un des plus brillants économistes de la France d'aujourd'hui, est aussi un écrivain plein de pensée et un philosophe très averti. Je n'en veux pour preuve que ces deux lignes, vigoureuse synthèse qui dénote un maître : « L'Allemagne, écrit-il, subit la loi de son origine. Elle a été créée par la force, elle est condamnée à se soutenir par la force » (1).

Éd. Van der Smissen.

XXV

The sociological value of christianity, by Ph. D. Georges Chatterton-Hill, Docent of Sociology at the University of Geneva, author of *Heredity and selection in Sociology*. Un vol. in-8° de 22-285 p. — London, Adam et Charles Black, 1912.

L'auteur de *The sociological value of christianity* n'est pas un croyant ; son éducation philosophique lui fait même dénier à toute foi le moyen de produire ses titres de créance. Mais observateur sincère et profond, loyal aussi dans l'expression de sa pensée, il vient, de son point de vue pragmatiste, déposer en faveur de ce catholicisme auquel il n'a pas le bonheur d'appartenir. Il mérite donc nos franches sympathies ; et si, pour se désintéresser des vérités dogmatiques, pour céder au courant positiviste et évolutionniste à l'excès, son livre appelle des réserves expresses, d'autre part il offre à un lecteur averti de nombreuses pages aussi instructives qu'intéressantes.

(1) Page 278

Car l'ouvrage n'a rien de banal ; il est écrit, dans un style limpide, par un homme de talent qui nous y livre le fruit de longues méditations.

M. Chatterton-Hill observe et réfléchit en sociologue. Il remarque au sein de l'humanité deux tendances antagonistes : l'une individualiste, l'autre sociale. L'une et l'autre ont leur raison d'être, concourent au bien de tous et au progrès ; mais à la condition d'être sagement tempérées et de se faire contrepoids.

Le fait religieux, dont notre auteur ne cherche évidemment qu'une origine humaine, ne peut s'expliquer complètement par des besoins individuels : la diffusion et la persistance des religions resteraient profondément énigmatiques. Mais l'école de Durkheim a mis en lumière le rôle social de la religion.

La société attend d'elle un quadruple service :

1. Il faut que la religion mette des bornes au rationalisme, pour adapter celui-ci à la vie sociale.

2. Il faut que la religion fasse régner l'équilibre entre l'individu et la société, dans l'intérêt de tous les deux.

3. Il faut qu'elle établisse des relations harmonieuses entre la société et ses différentes subdivisions, les classes sociales, les organisations professionnelles, etc.

4. Il faut enfin qu'elle assure l'intégrité du corps social.

Or, quelle religion remplit effectivement ce rôle ?

La religion chrétienne ; la vraie religion chrétienne, c'est-à-dire la religion catholique. Telle est la réponse de M. Chatterton-Hill ; la thèse qu'il va rendre évidente.

Et voici que sur la trame ainsi tissée l'auteur travaille artistement des sujets importants et très actuels :

Au culte de l'égalité recherchée pour elle-même par le socialisme, l'auteur oppose le culte chrétien de la fraternité, auquel l'humilité est indispensable, mais qui mène à une égalité plus véritable et de meilleur aloi. Le titre même de ce chapitre IV est suggestif : « Fraternity *versus* Equality. » Et le contenu nous révèle que s'il est un égoïsme matérialiste, *bourgeois*, aboutissant à l'anarchie par excès d'individualisme, le socialisme, malgré ses apparences, porte la tare de l'égotisme dans la double dictature qu'il engendre : la dictature du prolétariat et la dictature de l'intelligence.

Le chapitre suivant nous montre comment le christianisme consacre la suprême dignité du travail.

Tous les enseignements catholiques sur la pureté, le mariage et la famille, sont vengés avec éclat au chap. VI.

L'on devine les belles pages qu'amènent les considérations de la lutte et de la souffrance dramatisées dans la scène du Calvaire (ch. VII).

Ce n'est pas que l'auteur méconnaisse l'utilité des vues rationnelles et humaines. Mais, dans le double intérêt de la société et de l'individu, des principes surnaturels doivent parfaire l'œuvre de la raison. Et le besoin de ces principes augmente avec l'avancement même de la société (ch. VII et VIII).

Les chapitres IV-VIII développent ainsi et prouvent la thèse de l'auteur, préparée par les chapitres précédents.

Le chapitre IX nous ouvre des vues sur l'avenir du christianisme. C'est là que l'auteur fait ressortir pleinement la supériorité du catholicisme sur le protestantisme, forme minimiste de religion, destructive d'elle-même et vouée à une complète élimination.

M. Chatterton-Hill ne croit pas à la restauration de l'unité religieuse de l'Occident. Le sort de l'Europe lui paraît pourtant lié au sort du catholicisme, à ce point que les grands principes sociaux de l'Église catholique doivent devenir le fondement de la politique occidentale. L'Église remportera-t-elle sur le socialisme ce triomphe social sans lequel la société occidentale doit fatalement s'effondrer? Peut-être. Le livre du distingué sociologue nous laisse ainsi sur une crainte mêlée de grands espoirs.

Une sèche analyse ne saurait mettre à jour les richesses que renferme cet ouvrage. Il vaut vraiment la peine d'être lu avec attention. Ceux qu'intéresse la défense religieuse y trouveront d'excellentes armes de combat. Le catholique y sentira croître son estime pour sa foi et son Église, en voyant que la centralisation des pouvoirs et l'infaillibilité doctrinale du Pape sont elles-mêmes socialement requises. Les hommes politiques y apprendront à se défier des lois qu'ils bâtissent si légèrement en contradiction avec les institutions chrétiennes du mariage et de la famille. Et convaincue d'égoïsme, l'utopie socialiste tentera moins les généreux après la lecture de la « *Sociological Value of Christianity* ».

Un prêtre zélé nous confiait qu'il rêvait de voir paraître un ouvrage qui porterait pour titre : « Le rôle social de l'Église catholique à travers les âges ». Sa lettre nous fut remise en même temps que le livre de M. Chatterton-Hill. Frappés de la coïncidence, nous fûmes heureux de pouvoir lui répondre qu'un savant, étranger à l'Église, venait de réaliser en bonne partie ce grand souhait.

Un autre souhait nous vient naturellement sous la plume, que l'auteur nous permettra de joindre à nos félicitations.

Dans un chapitre fort intéressant (le 3e), l'auteur démontre l'impossibilité de séparer la doctrine et la pratique du christianisme. Parlant en sociologue, il déclare que le christianisme de l'Église et le christianisme de Jésus sont nécessairement identiques. Ni les premiers chrétiens ni ceux d'aujourd'hui ne se sont trompés sur la doctrine de Jésus, mais celle-ci ne pouvait être réflétée tout entière dans l'organisation sociale du premier âge de l'Église.

Mais si, comme il est vrai, la morale sociale du christianisme suppose sa foi dogmatique, si la réalité de son action implique la réalité de son autorité, la religion qui résiste seule à l'examen sociologique n'apparaît-elle pas théoriquement vraie? Et non pas par voie de démonstration algébrique, mais par le procédé rationnel applicable aux matières religieuses, M. Chatterton-Hill n'a-t-il pas, au terme de sa captivante étude, de quoi conclure : cette religion si belle et si bonne, je la crois? Puisse un pareil fruit récompenser son noble effort!

A. Vermeersch, S. J.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

ASTRONOMIE

LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES

Lorsque Laplace eut présenté, sous sa forme définitive, avec « la défiance que doit inspirer tout ce qui n'est point le résultat de l'observation et du calcul », son hypothèse cosmogonique, on ne fut pas éloigné d'y voir une vérité démontrée : l'autorité de l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* ne rendait-elle pas toute réserve superflue, et des vues à la fois si simples et si conformes aux données de l'observation pouvaient-elles ne pas être l'explication définitive de la formation du système planétaire ?

Bientôt cependant l'introduction de la thermodynamique dans la science amenait des savants illustres à s'enquérir de l'origine et de la conservation de la chaleur solaire, de l'évolution des astres et de l'avenir de notre système planétaire ; en même temps la découverte, dans le domaine de l'Astronomie, de faits déconcertants qui eussent étonné Laplace, provoquait des recherches de mécanique rationnelle et d'astronomie mathématique de très grande valeur, dont le problème cosmogonique devait désormais tenir compte. Il faut citer ici, parmi les auteurs de ces travaux, Clausius, W. Thomson (lord Kelvin), Helmholtz, Éd. Roche, Sir G. H. Darwin (1), etc.

(1) Georges Darwin, le second fils du naturaliste Charles Darwin, est mort, à Cambridge, le 7 décembre dernier. Il était né en 1845. Disciple et émule de lord Kelvin, il laisse des travaux de grande valeur en Astronomie mathématique et en Mécanique céleste, en Météorologie et en Géodésie ; ils ont été

Manifestement, l'hypothèse de Laplace devait subir de profondes modifications. Des savants éminents jugèrent même qu'il fallait l'abandonner et que le moment était venu de la remplacer. On vit alors — on voit encore — surgir des hypothèses nouvelles prenant pour point de départ des conceptions essentiellement différentes de celle de Laplace, et s'efforçant tour à tour de ruiner les théories qui les ont précédées et de s'imposer à leur place : telles sont, pour ne rappeler ici que les principales, les hypothèses de Faye, de M. du Ligondès, de l'astronome américain T. J. J. See et, la plus récente, celle de M. E. Belot.

Plusieurs de ces hypothèses ne se bornent pas, comme celle de Laplace, à nous renseigner sur la formation de notre système planétaire ; elles prétendent aussi à l'explication des mondes stellaires. Il convient donc d'en rapprocher les travaux de Sir N. Lockyer, de M. Schuster, de M. Arrhénius, de M. Kapteyn et de beaucoup d'autres savants sur la naissance et l'évolution des étoiles simples et des étoiles multiples ; sur la constitution et les transformations, le passé et l'avenir des amas stellaires et des nébuleuses ; sur la structure même de l'Univers et la recherche des lois qui le régissent... Toutes les conquêtes de l'astronomie d'observation et des sciences physiques, toutes les ressources de l'analyse spectrale, toutes celles que peuvent offrir les radiations nouvelles et les vues théoriques qu'elles ont suggérées, ont été mises en œuvre et sollicitées tour à tour à nous livrer le secret de ces mystères célestes.

De ce vaste ensemble de recherches, nul n'était mieux préparé par ses propres travaux, ni plus merveilleusement apte que H. Poincaré à nous donner un exposé autorisé et une discussion approfondie. Il l'a fait en de magistrales leçons professées à la Sorbonne et recueillies par M. H. Vergne (1). Elles s'adressent aux initiés et dans la langue des mathématiques ; mais elles s'ouvrent par une préface accessible à tous et d'un grand intérêt, où l'illustre auteur les a résumées et a groupé leurs conclusions.

Entre les hypothèses cosmogoniques qui ont pour objet la formation de notre système planétaire, c'est à celle de Laplace

réunis en quatre volumes — le dernier a paru en 1911 — sous le titre G. H. Darwin's *Scientific Papers*, et publiés par la *Cambridge University Press*. Les mémoires relatifs à l'étude des marées et de la Cosmologie forment le volume II (1908) intitulé *Tidal friction and Cosmogony*.

(1) *Leçons sur les hypothèses cosmogoniques professées à la Sorbonne*, par H. Poincaré, membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences. Paris, A. Hermann, 1911.

que vont les sympathies de H. Poincaré ; après l'avoir modifiée dans certaines de ses parties, renouvelée au contact de ses propres travaux et de ceux d'Éd. Roche et de Sir G. H. Darwin surtout, c'est à elle qu'il accorde ses préférences : « C'est encore elle, dit-il, qui rend le mieux compte de bien des faits ».

Faut-il en conclure que toute conjecture simplement ingénieuse en a été bannie, que toute objection sérieuse a été écartée ou résolue ? Non certes. Une difficulté subsiste, entre autres, que l'analyse de H. Poincaré met en lumière, bien mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'ici : c'est la prodigieuse lenteur et surtout la merveilleuse régularité que l'hypothèse de Laplace impose à l'évolution mécanique et thermique de la nébuleuse solaire.

Au moment où le système planétaire commence à se former et pendant qu'il se construit, il faut que cette nébuleuse possède, en son centre, une *masse fluide condensée*, très considérable au regard de l'*atmosphère gazeuse* très ténue qui l'entoure ; il faut que les mouvements internes de la nébuleuse ne soient ni capricieux ni désordonnés, mais qu'ils se ramènent à une *rotation bien uniforme de l'ensemble* tournant d'un seul bloc ; il faut que cet ensemble subisse *alternativement*, suivant une loi précise, un *refroidissement central* et un *refroidissement superficiel* ; il faut que ce refroidissement et la contraction qui en résulte respectent assez l'harmonie des mouvements internes pour que l'uniformité de la rotation se conserve : de là la nécessité de la prodigieuse lenteur de cette contraction et de l'évolution du système.

Sans doute, le passé est riche d'années ; on peut, pour le besoin de la cause, lui emprunter sans l'appauvrir des milliards de siècles. « Une réflexion toutefois s'impose ; d'autres systèmes semblables au nôtre devaient subir en même temps la même évolution ; chacun d'eux occupait un espace considérable bien au delà du rayon de notre Soleil actuel ; si cette évolution a duré trop longtemps, on est obligé de compter avec la probabilité d'un choc, venant tout détruire avant qu'elle soit terminée. »

Et cependant cette excessive lenteur est exigée ; elle n'est pas seulement inconciliable avec la formation des *Satellites* autour de leurs Planètes, telle que Laplace l'a conçue, mais que l'une quelconque des précisions que nous venons de rappeler vienne à faire défaut, et la nébuleuse-mère elle-même cesse de réaliser les conditions nécessaires à la production des phénomènes hypothétiques successifs qu'on réclame d'elle.

Or n'est-ce pas précisément le nombre et la rigidité de ces

conditions qui déconcertent un bon nombre d'astronomes et les incitent à chercher ailleurs une solution plus souple de cette obsédante énigme ?

La mine reste donc ouverte et inépuisée ; il n'est pas téméraire de penser que longtemps encore les mathématiciens en extrairont la matière d'ingénieuses hypothèses et de grandioses théories. Ils seront, sans doute, récompensés de leur labeur par la découverte d'intéressantes vérités, mais ils laisseront vraisemblablement à leurs successeurs l'occasion d'en accroître le nombre.

Encore, le problème restreint que s'est posé Laplace fût-il résolu, qu'il renaîtrait à chaque pas dans le domaine de l'astronomie stellaire.

Ici, en dépit d'immenses progrès dans le champ de l'observation, les théories restent encombrées d'un poids très lourd de conjectures, et il arrive qu'on semble l'oublier. Nous ne pouvons mieux faire que de citer largement la préface des *Leçons* de H. Poincaré, bien propre à mettre le grand public en garde contre le danger d'une vulgarisation à outrance qui lui présente comme vérités démontrées toutes conceptions simplement ingénieuses, suggérées par quelque découverte nouvelle, et qui durent trop souvent ce que durent les météores.

La théorie de Laplace — nous l'avons rappelé — ne sort pas des limites du système solaire. « Laplace sans aucun doute ne négligeait pas de propos délibéré les autres systèmes, mais il pensait qu'ils devaient tous être plus ou moins semblables au nôtre et que ce qui convenait à l'un convenait aux autres... Les progrès de l'astronomie stellaire ne nous permettent plus de nous attarder à ce point de vue ; le télescope nous révèle dans le ciel étoilé une variété beaucoup plus riche que tout ce qu'on aurait pu attendre. »

Nous avons d'abord les étoiles doubles, très nombreuses — une double au moins sur trois étoiles — singuliers systèmes où la masse est à peu près également partagée entre deux ou trois composantes et où, dans certains cas, les distances des astres sont comparables à leurs dimensions.

« A ces systèmes doubles, la théorie de Laplace n'est évidemment pas applicable... ; mais on peut imaginer d'autres hypothèses ; considérons une nébuleuse en rotation comme celle de Laplace, mais qui en diffère parce que sa masse, au lieu d'être concentrée presque tout entière dans un noyau central, est à

peu près uniformément répartie. En se refroidissant, elle se contractera et sa rotation va s'accélérer ; elle s'aplatira de plus en plus ; quand l'aplatissement aura dépassé une certaine limite, elle s'allongera dans un sens de façon à présenter trois axes inégaux ; c'est la figure que, dans le cas d'homogénéité parfaite, on appelle un ellipsoïde de Jacobi ; plus tard encore cette figure s'étranglera dans sa partie médiane et finira par se diviser en deux masses, inégales sans doute, mais comparables. Il est possible que ce soit là l'origine des étoiles doubles; mais sans sortir de notre système solaire, il est possible que ce soit également celle de la Lune. Ce satellite est plus petit que la Terre, mais le rapport des masses est loin d'être aussi faible que pour les satellites de Jupiter, de Saturne et même de Mars. »

Aux étoiles doubles se rattachent certaines catégories d'étoiles variables à courte période, dont la courbe de lumière présente des paliers correspondant à des arrêts réguliers dans la variation de leur éclat. Ce sont des variables « à éclipse ». Mais que de mystères dans les apparences que nous offrent les variables irrégulières, les variables à longue période et même les variables à courte période dont la courbe de lumière est parfaitement régulière (1) ! Quelle variété dans la structure de ces mondes stellaires, et quelle complication présente leur « mécanique » au regard de celle de notre système planétaire !

« Ce n'est pas tout : les étoiles simples elles-mêmes ne sont pas toutes pareilles entre elles ; le spectroscope nous a montré combien elles diffèrent, et il est assez naturel de supposer qu'elles diffèrent surtout par l'âge et que les différents types spectraux correspondent à différents types de l'évolution. Si même elles se sont toutes formées en même temps, il peut y avoir bien des raisons pour lesquelles certaines d'entre elles ont vieilli plus vite que d'autres. »

Mais bien d'autres objets sollicitent encore l'attention des astronomes : « il y a d'abord les amas stellaires, puis les nébuleuses dont les unes sont résolubles, tandis que les autres montrent par leur spectre qu'elles sont entièrement formées d'un gaz très subtil. Ces nébuleuses présentent les formes les plus variées, disques, anneaux, spirales ou amas irréguliers... Sont-elles de

(1) Voir ANNALES DE L'UNIVERSITÉ DE LYON, nouvelle série, I. Sciences, Médecine. Fasc. 33. *Les Céphéides considérées comme Étoiles doubles, avec une monographie de l'Étoile variable δ Céphée*, par M. Luizet, 1912 ; Lyon, A. Rey ; Paris, Gauthier-Villars.

futures étoiles ou de futurs amas d'étoiles ? On était d'abord invinciblement porté à le penser ; on en est bien moins sûr aujourd'hui. »

On a dit souvent que le spectacle de la voûte céleste nous met sous les yeux des objets qu'il suffit de comparer, de ranger dans un certain ordre, pour reconstruire le passé des astres : la Cosmogonie deviendrait ainsi une science d'observation. « Gardons-nous des vaines illusions ; de trop grandes espérances seraient au moins prématurées. Et ce qui le prouve, c'est la diversité des opinions des astronomes sur l'évolution des étoiles, et en particulier sur l'origine des étoiles nouvelles. La première pensée, la plus naturelle, a été que les nébuleuses sont extrêmement chaudes et représentent la première phase de l'évolution, et pour ainsi dire l'enfance des astres, et qu'on rencontre ensuite les étoiles blanches, puis les étoiles jaunes et enfin les étoiles rouges de plus en plus vieilles et en même temps de plus en plus froides. Pour Sir N. Lockyer l'histoire du monde stellaire a été plus compliquée : les nébuleuses sont au contraire très froides (et sur ce point je crois que tout le monde est aujourd'hui d'accord et qu'on regarde la lumière dont elles brillent comme d'origine électrique) ; elles ne sont en réalité qu'un essaim de météorites : par leurs chocs incessants, ces météorites s'échauffent, se vaporisent et forment finalement une masse gazeuse extrêmement chaude, en un mot une étoile ; les chocs ont alors cessé et le calme renaît ; par l'effet du rayonnement, l'étoile se refroidit peu à peu et finit par s'éteindre et s'encroûter ; elle repasse dans l'ordre inverse par les stades de température qu'elle a parcourus dans son ascension, de sorte que le cycle complet sera : nébuleuse, étoile rouge, étoile jaune, étoile blanche, étoile jaune, étoile rouge, étoile éteinte. » Sir N. Lockyer croit pouvoir distinguer les étoiles de la série ascendante des étoiles correspondantes de la série descendante, par leurs spectres.

C'est une manière de concevoir l'histoire des étoiles, et il en est d'autres.

Si l'on en croit le témoignage de Pline, c'est l'apparition d'un astre nouveau qui détermina Hipparque à dresser son catalogue d'étoiles ; vingt-deux siècles nous séparent de cette apparition mystérieuse, elle s'est renouvelée bien des fois et nous savons aujourd'hui que la rareté de ce phénomène n'est pas aussi grande qu'on a pu le croire d'abord : depuis que la photographie est appliquée à l'étude des astres, il ne se passe pas d'année qu'on ne signale quelque *Nova*. Leur apparition est brusque et a les

allures d'un cataclysme. Mais que peut être ce cataclysme capable d'embraser presqu'instantanément une masse comparable à celle du Soleil, ou d'accroître ses radiations dans une proportion énorme ? « Est-ce une éruption qui serait en grand analogue à celles qui produisent les protubérances solaires ?... Sont-ce deux corps solides qui s'échauffent subitement dès que leur rencontre a détruit leur force vive ? Est-ce un corps solide énorme, ou une étoile peu brillante, ou encore un essaim de météorites qui pénètre dans une nébuleuse et qui doit son incandescence au frottement? Ou bien encore, comme le veut Arrhénius, les soleils encroûtés ne conservent-ils pas dans leurs flancs une provision d'énergie énorme, sous forme de radioactivité, par exemple ? Cette provision qui demeure inutilisée et comme latente, tant qu'elle reste emprisonnée dans la croûte, ne peut-elle être libérée subitement, si un choc vient briser cette croûte?... Il est certain que les *Novae* se montrent souvent entourées de nébulosités ; mais ces nébulosités sont-elles la cause ou l'effet du phénomène ? Est-ce parce que l'étoile les a rencontrées qu'elle est subitement devenue brillante ; ou est-ce quelque déchet qu'elle rejette de son sein et comme la fumée de l'explosion ? De tout cela nous ne savons rien. »

« Le mystère s'accroît quand, au lieu de considérer chaque étoile en particulier, on en envisage l'ensemble et qu'on réfléchit sur leurs mutuels rapports. Les étoiles ont-elles pris naissance en même temps, ou s'allument-elles successivement pendant que d'autres s'éteignent ? Si elles ont même date de naissance, les unes ont-elles vieilli plus vite que les autres, et est-ce pour cette raison qu'elles sont aujourd'hui différentes ?... A côté des étoiles brillantes, n'y a-t-il pas, en beaucoup plus grand nombre, des étoiles éteintes dont la masse inutile encombre les cieux ? Comment pouvons-nous le savoir ? »

Lord Kelvin eut la première idée d'une conception ingénieuse qui conduit à assimiler la Voie Lactée, formée d'étoiles fort nombreuses, s'attirant mutuellement et se mouvant indifféremment dans tous les sens, à un gaz dont les molécules s'attirent et sont animées de vitesses dans les directions les plus diverses : chaque étoile jouerait ainsi le rôle d'une molécule gazeuse. « Cette assimilation semble légitime et l'on peut songer à étendre à l'Univers stellaire les résultats de la théorie cinétique des gaz. » Si donc la Voie Lactée a atteint l'état stable vers lequel elle tend nécessairement, les mouvements propres des étoiles doivent être

répartis conformément à la loi qui préside à l'évolution des molécules gazeuses dans la théorie cinétique. « Le sont-ils ? l'observation seule peut répondre ; or il paraît bien qu'elle répond non. »

En effet, d'après les recherches de Kapteyn et d'autres astronomes (1), tout se passe comme si on se trouvait en présence de deux essaims d'étoiles — de trois peut-être — se pénétrant mutuellement *sans se mélanger ;* « il semble que deux voies lactées qui avaient atteint leur état d'équilibre final se sont un jour rencontrées et n'ont pas encore exercé l'une sur l'autre une action assez prolongée pour que les différences qui les distinguent se soient entièrement nivelées. Elles sont semblables à deux bulles gazeuses qui se seraient rencontrées, mais n'auraient pas encore eu le temps de se mélanger. »

Si néanmoins les conclusions de lord Kelvin subsistent dans leurs traits généraux, il reste que l'Univers est fini et que le télescope en a presque atteint les limites extrêmes ; en outre le nombre des étoiles éteintes n'est pas énorme ; « tous les flambeaux de notre ciel se sont allumés à peu près en même temps et l'âge de la Voie Lactée ne dépasse pas un petit nombre de vies d'étoiles. »

Mais voici la contre-partie : elle nous est présentée par M. Arrhénius. Pour lui « les astres ne sont pas, comme on le pense d'ordinaire, des individus à peu près étrangers les uns aux autres, séparés par des vides immenses et n'échangeant guère que leurs attractions et leur lumière : ils échangent bien d'autres choses, de l'électricité, de la matière et jusqu'à des germes vivants ».

Comment cela ?

On sait que les corps que frappe la lumière sont comme *poussés* par elle ; c'est cette poussée, cette *pression de radiation,* qui devient l'agent principal de ces échanges interstellaires.

Considérons une particule matérielle au voisinage du Soleil. Elle subira à la fois une attraction proportionnelle à sa *masse,* et une répulsion, due à la pression de radiation, proportionnelle à sa *surface.* Plus la densité de cette particule est faible et plus ses dimensions sont petites, plus la pression de radiation prend d'importance relativement à la gravité. Elle pourra même arriver à l'emporter, et la particule sera comme chassée loin du

(1) Voir, dans cette REVUE, 3e série, t. XVII, janvier 1910, p. 127 : *Courants d'Étoiles* par le P. J. Gaillard, S. J.

foyer lumineux. On peut expliquer de cette manière les aspects que présentent les queues des comètes, toujours dirigées à l'opposé du Soleil; et M. Arrhénius pense que la couronne solaire est due à des phénomènes du même genre.

Ces particules formées par condensation au sein de l'atmosphère solaire ionisée par les rayons ultraviolets, très abondants dans la lumière du Soleil, emportent avec elles l'électricité négative dont elles se chargent, et il reste à la surface du Soleil une charge d'électricité positive. Toutefois, cette charge positive du Soleil ne peut dépasser une certaine limite au delà de laquelle elle deviendrait assez puissante pour retenir les particules chargées négativement, malgré la pression de radiation. M. Arrhénius estime cette charge limite à 250 milliards de Coulombs.

Une fois lancées à travers l'espace, les particules chargées négativement pourront atteindre les planètes, notre Terre entre autres : elles se décharger ont en arrivant dans les hautes régions de notre atmosphère, en émettant des rayons cathodiques, origine de l'*aurore boréale*.

Mais notre Soleil n'est pas seul à chasser des particules chargées d'électricité ; toutes les étoiles brillantes en font autant. Des légions de ces particules sillonnent donc l'espace, faisant sans encombre — on le suppose — des trajets beaucoup plus longs que celles que le Soleil nous envoie. Voici qu'elles atteignent les nébuleuses, que M. Arrhénius suppose à des températures extrêmement basses (50° absolu environ) ; elles bombardent leurs parties superficielles qu'elles rendent lumineuses, et c'est ainsi que ces corps mystérieux sont tirés de l'obscurité à laquelle les condamnait leur basse température.

Pendant ce temps, les soleils brillants, points de départ de cette invasion cosmique, perdent constamment de la chaleur par rayonnement ; leur température baisse, mais très lentement : ils contiennent, en effet, dans leur intérieur, sous forme de matières radioactives ou de composés endothermiques, une provision de calorique extrêmement considérable qui couvre pendant un temps très long les frais de leur radiation. Un moment arrive cependant où la température de la surface de ces soleils est assez abaissée pour que leur périphérie commence à s'empâter. Une croûte mince finit par se former qui protège l'intérieur de l'astre, resté fluide, contre le refroidissement rendu ainsi de plus en plus lent.

A quoi comparer ces soleils encroûtés sinon à des bombes remplies d'explosifs ? car, si leur surface est froide, leur inté-

rieur a conservé une température énorme, et les mêmes combinaisons endothermiques s'y trouvent enfermées, prêtes à dégager, à la première occasion, leur énergie latente. Que deux pareilles bombes viennent à se rencontrer, elles éclateront sous le choc et nous serons avertis de la catastrophe par l'apparition d'une *étoite nouvelle.*

Ici, la légitime curiosité de H. Poincaré l'invite à rechercher « la probabilité pour qu'une étoile déterminée en rencontre une autre. Étant données les distances qui séparent en moyenne les étoiles et les dimensions de celles-ci, il y a des chances pour qu'un choc se produise au bout d'un temps de l'ordre de 10^{17} années ». C'est peu. Aux hypothèses précédentes, il faut en ajouter une nouvelle. « Supposons que, dans l'espace, il existe non seulement les étoiles brillantes que nous voyons, mais aussi un très grand nombre d'étoiles obscures : les chocs deviendront beaucoup plus fréquents. Si l'on veut expliquer par de telles rencontres le nombre relativement grand d'étoiles nouvelles que nous observons (soit à peu près une par année), on est amené à supposer qu'il y a environ 10 000 fois plus d'étoiles obscures que d'étoiles brillantes; supposition assez peu vraisemblable, car si, dans un cube ayant pour arête la distance du Soleil à α du Centaure, il existait 10 000 étoiles de masse comparable à celle du Soleil, elles produiraient sur les mouvements des planètes des perturbations qui ne passeraient sans doute pas inaperçues. »

Quoi qu'il en soit, voici deux soleils encroûtés qui se heurtent — supposons-le — en donnant naissance à une *Nova*. Le choc, en général, ne sera pas central. Il en résultera un mouvement de rotation rapide de l'ensemble, c'est-à-dire de l'étoile nouvelle. En outre, la collision aura fait jaillir des deux corps qui se sont rencontrés deux puissants jets de matière provenant des régions centrales. Grâce à la rotation rapide des foyers d'émanation, ces deux jets présenteront l'aspect d'un moulinet de feu d'artifice, et voici que la masse tournante se transforme, sous l'action de la force centrifuge, en un disque aplati, présentant des formes spiroïdales : la *nova* est devenue une *nébuleuse spirale.*

Mais déjà les corpuscules qui sillonnent l'espace bombardent cette nébuleuse, y pénètrent, croissent aux dépens de sa substance et peuplent son intérieur de *météorites*. Elles échapperaient sans doute à nos télescopes si de petits soleils vagabonds, capturés à leur tour par la nébuleuse, ne se nourrissaient de ces

météorites jusqu'à devenir des soleils de taille raisonnable, et c'est de cette façon que les nébuleuses se transforment en *amas d'étoiles*.

Chacune d'elles obéira dès lors à l'évolution habituelle des étoiles : sa température ira constamment en diminuant ; d'étoile gazeuse, elle deviendra étoile protométallique, puis métallique, puis étoile à spectre de bandes et enfin soleil encroûté mais chargé d'explosifs.

M. Arrhénius admet que, de tout temps, le Monde a suivi cette évolution alternative : étoile nouvelle, nébuleuse spirale, amas d'étoiles, soleil chaud, soleil refroidi, soleil éteint... ; le choc de deux soleils éteints redonne une *Nova*, et le cycle recommence. Rien de plus ingénieux évidemment.

Mais alors le Monde ne vieillit pas ; comme le phénix de la fable il renaît de ses cendres ? En effet, fasciné par ce cycle fermé, M. Arrhénius est amené à penser que le Monde est éternel ; et pour le soustraire plus sûrement à la « mort calorifique » à laquelle la dégradation de l'énergie semblait jusqu'ici le condamner, il le suppose infini dans l'espace.

Nous ne pouvons analyser ici la discussion que H. Poincaré consacre à cette partie de l'hypothèse cosmogonique de M. Arrhénius : il nous faudrait d'abord rappeler, sur la dégradation de l'énergie et les tentatives d'extension à l'Univers du principe de Carnot-Clausius, des notions que le lecteur trouvera admirablement exposées dans le beau livre de Bernard Brunhes, *La Dégradation de l'Énergie*, et ce bulletin s'allongerait démesurément. Passons donc à la conclusion.

« Dans un article nécrologique sur lord Kelvin, M. H. Poincaré remarquait que les conclusions générales de ce savant sur l'avenir du système solaire ne sont nullement infirmées par l'hypothèse de l'emprunt d'une grande partie des énergies de l'Univers à des matériaux radioactifs. Tout au plus a-t-on l'espérance de « prolonger le malade » ; mais il n'en reste pas moins condamné (1). »

C'est par un verdict analogue que l'illustre géomètre clôt ici sa discussion : « Il semble que, par ce processus — celui qu'imagine M. Arrhénius — la mort calorifique de l'Univers sera énormément retardée, mais on peut croire qu'elle ne sera que retardée. »

(1) Bernard Brunhes, *La Dégradation de l'Énergie*, p. 365.

« Après cet exposé, écrit H. Poincaré à la fin de la Préface de ses *Leçons*, on attend sans doute de moi une conclusion, et c'est cela qui m'embarrasse. Plus on étudie cette question de l'origine des astres, moins on est pressé de conclure. Chacune des théories est séduisante par certains côtés. Les unes donnent de façon très satisfaisante l'explication d'un certain nombre de faits ; les autres embrassent davantage, mais les explications perdent en précision ce qu'elles gagnent en étendue ; ou bien, au contraire, elles nous donnent une précision trop grande, mais qui n'est qu'illusoire et qui sent le coup de pouce.

» S'il n'y avait que le système solaire, je n'hésiterais pas à préférer la vieille hypothèse de Laplace ; il y a très peu de chose à faire pour la remettre à neuf. Mais la variété des systèmes stellaires nous oblige à élargir nos cadres, de sorte que l'hypothèse de Laplace, si elle ne doit pas être entièrement abandonnée, devrait être modifiée de façon à n'être plus qu'une forme, adaptée spécialement au système solaire, d'une hypothèse plus générale qui conviendrait à l'Univers tout entier et qui nous expliquerait à la fois les destins divers des Étoiles et comment chacune d'elles s'est fait sa place dans le grand tout.

» Or, sur ce point, les données sont insuffisantes et nous avons encore beaucoup à attendre de l'observation...

» Un fait qui frappe tout le monde, c'est la forme spirale de certaines nébuleuses ; elle se rencontre beaucoup trop souvent pour qu'on puisse penser qu'elle est due au hasard. On comprend combien est incomplète toute théorie cosmogonique qui en fait abstraction. Or, aucune d'elles n'en rend compte d'une manière satisfaisante et l'explication que j'ai donnée moi-même un jour, par manière de passe-temps, ne vaut pas mieux que les autres. Nous ne pouvons donc terminer que par un point d'interrogation. »

Que dire alors des thèses métaphysiques sur l'infinité et l'éternité du monde, dont certains auteurs ont encombré leurs recherches cosmogoniques? Quelle valeur, quelle force probante peuvent-elles tirer d'hypothèses trop précises pour ne pas être « illusoires » et se passer du « coup de pouce » ? Aucune évidemment. Dès l'abord, on peut être ébloui par ces vastes généralisations, ces conceptions audacieuses, ces aperçus ingénieux, mais cette première impression s'efface ; on s'aperçoit alors que la question n'a pas avancé d'un pas. L'auteur a très habilement

jonglé avec les difficultés, mais au bout de ces exercices de gymnastique savante, il n'a fourni d'autre preuve que celle de la préoccupation qui le hantait de se passer de la création et celle de l'insuccès de son entreprise.

N. N.

PHYSIQUE DU GLOBE

—

L'Évaporation du sol et des végétaux comme facteur de la persistance des temps pluvieux et froids (1). — « Il semble que, lorsqu'une période humide et froide s'est établie, elle ait une tendance à persister. Les étés des années 1910 et 1912 nous en donnent des exemples récents.

» Certes les courants atmosphériques jouent le principal rôle dans cet état climatérique, mais d'autres facteurs interviennent, qu'il est utile de mettre en relief et dont l'influence est considérable ; ce sont l'évaporation du sol et surtout celle de la végétation.

» Lorsque, à la suite de pluies d'une certaine durée, le sol reste mouillé, il évapore constamment de l'eau qui, se condensant dans les couches supérieures de l'atmosphère, produit des nébulosités. Celles-ci maintiennent le ciel couvert et retombent sous forme de pluie, pour continuer ce cycle indéfiniment.

» Chaque jour de pluie lègue donc au jour suivant la cause originelle de l'humidité persistante et l'on comprend que cet état ait une tendance à s'éterniser. Tout se passe comme si la même masse d'eau allait alternativement du sol à l'atmosphère, par évaporation, et retombait ensuite sur le sol sous forme de pluie.

» L'évaporation d'un sol mouillé est considérable ; pendant le mois de juillet, si pluvieux, de 1910, la quantité d'eau déversée par hectare de terre nue a été, à la Station de Chimie végétale, à Bellevue, de 218 m^3.

» Pendant le mois d'août de 1912, encore plus pluvieux, elle a été de 217 m^3 6.

(1) Comptes rendus de l'Acad. des Sc., 9 sept. 1912, note de M. A. Müntz.

» On comprend que de pareilles quantités d'eau suffisent pour entretenir la nébulosité. Mais ce n'est pas seulement le sol nu qui évapore ; celui qui est couvert de végétation évapore beaucoup plus. Or c'est précisément pendant les années humides que le développement végétal est le plus abondant et se continue le plus longtemps. De là une cause d'évaporation énorme, qui persiste également par un renouvellement incessant de la cause déterminante.

» Dans mes essais, le déversement, dans l'atmosphère, de l'eau évaporée par 1 hectare de luzerne, a été, pendant le mois de juillet de 1910, de 803 m³. Cette quantité est un peu supérieure à celle de l'eau tombée sous forme de pluie, pendant la même période, et qui a été de 697 m³. Tout s'est passé comme si la même eau avait fait la navette entre la surface de la terre et les hautes régions de l'atmosphère, maintenant constamment la nébulosité et la cause première de cette nébulosité. Pendant le mois d'août de 1912, l'évaporation de l'hectare de luzerne a été 900 m³, la pluie tombée ayant été de 894 m³, ce qui confirme les indications recueillies en 1910.

» Il résulte de ces observations que l'évaporation produite à la surface du sol, surtout par le développement végétal, est un facteur important, peut-être prédominant, de la nébulosité persistante du ciel et des chutes d'eau fréquentes et que ce régime, une fois établi, a une tendance à se continuer par une sorte de cycle qui ramène alternativement l'eau du sol vers l'atmosphère par l'évaporation, et celle de l'atmosphère vers le sol, par les pluies. C'est un cycle fermé, qui peut se continuer jusqu'à ce que des phénomènes météorologiques puissants viennent le rompre.

» Quant à l'abaissement de la température pendant ces périodes, il est occasionné par les mêmes causes. D'abord par l'absence de Soleil, dont les radiations sont empêchées par les nuages d'échauffer la terre ; mais aussi par l'évaporation de l'eau à la surface du sol et des organes végétaux. Ainsi, mes observations de 1910 et 1912 montrent que le sol mouillé, qui évapore abondamment, a une température inférieure de 2° à 3° à celle du même sol qui est à un état d'humectation normal et qui n'évapore que faiblement. Quant aux végétaux, ils sont également une cause de refroidissement, par l'évaporation abondante qui se produit à la surface de leurs organes. Ainsi, l'air qui circule entre les feuilles d'une luzernière a généralement 3° de moins que celui qui circule au-dessus.

» Il est à remarquer que ces abaissements correspondent sen-

siblement à l'abaissement moyen de la température signalée par les observatoires météorologiques.

» Cette chaleur enlevée à la surface de la terre par l'évaporation n'est pas restituée par la pluie, car elle est perdue dans les hautes régions de l'atmosphère, et les eaux de pluie retombent froides, ayant 3° à 4° de moins que l'air ambiant.

» Cette évaporation à la surface de la terre et des plantes entraîne donc une soustraction de calorique qui cause un abaissement notable de la température. »

Tremblements de terre et taches solaires. — Sous ce titre, M. Montessus de Ballore, le savant directeur du service sismologique du Chili, a présenté, le 16 septembre dernier, à l'Académie des sciences de Paris, les résultats d'intéressantes recherches statistiques.

« On ne voit guère, écrit-il, comment les taches solaires pourraient influer sur la production des tremblements de terre, et cependant une telle relation a été énoncée bien des fois. Généralement on se contente de dire que tel séisme important a coïncidé avec l'existence d'une tache remarquable ou a eu lieu en une année de maximum ou de minimum de taches. A raison d'une trentaine de séismes plus ou moins destructeurs par an, on voit ce que vaut une telle constatation. Seul Oddone s'est donné la peine de faire une recherche statistique raisonnée sur le sujet (1). Elle roule sur les plus notables tremblements de terre catalogués pour 1904 par l'Association internationale de Sismologie. L'auteur a bien trouvé une certaine prédominance d'activité sismique au voisinage du passage des grandes taches ou groupes de taches par le méridien central, mais elle est si peu accusée qu'il considère lui-même le résultat comme très peu probant. Nous avons repris le problème sur d'autres bases en utilisant le catalogue publié par Milne des tremblements de terre destructeurs jusqu'à l'année 1900.

» De 1800 à 1849, le nombre décennal de megaséismes croît légèrement, tandis que de 1850 à 1900 il reste sensiblement constant. Pendant l'une et l'autre période, les nombres annuels subissent des variations de faible amplitude de part et d'autre de la moyenne décennale, mais sans loi apparente aucune. Cela

(1) *Tremblements de terre et taches solaires* (COMPTES RENDUS de la deuxième réunion de la Commission permanente et de la première assemblée générale de l'Association internationale de Sismologie), Strasbourg 1908, p. 218.

suffit à faire nier toute relation, puisque les taches solaires obéissent à une loi périodique bien connue de maximum et de minimum régulièrement espacés.

» Cette indépendance entre les deux phénomènes s'accuse encore plus nettement si, de 1731 à 1900, on compte le nombre de fois que d'une année à la suivante les deux phénomènes subissent des variations de même sens ou de sens contraires. Or, on trouve exactement l'égalité, ce qui était probable dans la supposition de l'indépendance.

» Nous avons cru intéressant d'étendre la même statistique comparative à des séries de secousses ordinaires de longue durée et bien homogènes. Nous n'en connaissons que trois remplissant ces conditions : celle de Prieto à Arequipa (1810-1845), celle des frères Barbiani à Zante (1825-1863) et celle de l'observatoire des Pères Jésuites de Manille (1870-1898). Le résultat obtenu est identiquement le même que précédemment.

» Ainsi qu'il fallait s'y attendre, toute relation entre les tremblements de terre et les taches du Soleil paraît hautement improbable. »

Un nouvel observatoire. — La Compagnie de Jésus a inauguré, le 26 novembre 1910, un nouvel observatoire au Collège de Cienfuegos, Cuba, dont la direction a été confiée au R. P. Simon Sarasola.

Cette fondation répond au vœu émis par la Conférence internationale de Météorologie, réunie à Insbruck, en 1905, de voir s'établir de nouvelles stations dans les îles de l'Océan Atlantique et du Pacifique, entre autres aux Antilles.

Dans une intéressante introduction aux Annales du nouvel observatoire (1), on rappelle les observations faites au Collège de Cienfuegos, il y a plus de 20 ans, en particulier par le P. Gangoiti, professeur de Physique, et l'on décrit en détail la nouvelle installation, son outillage astronomique et surtout météorologique, les méthodes de travail adoptées etc. Vient ensuite un aperçu sur les cyclones et leurs signes précurseurs où l'on insiste sur l'importance qui s'attache à l'observation des

(1) Anales del observatorio del Colegio « Ntra Sra de Montserrat ». N° 1. Observaciones meteorológicas de 1911, precedidas de algunas investigaciones sobre los ciclones. Dirección postal : Observatorio de Monserrat, Cienfuegos, Cuba. — Un vol. in-4°, Habana, 1912.

nuages formant la couronne de cirrus qui domine le météore et la masse des nimbus qui l'accompagne.

La seconde partie du volume est consacrée aux résultats des observations de l'année 1911.

L'observatoire de Cienfuegos est appelé non seulement à concourir au progrès de la science pure, mais aussi, par ses avertissements aux ports et aux marins, à rendre les plus grands services au commerce et à la navigation, que l'ouverture du canal de Panama rendra plus intense encore en ces parages. Ainsi le firent et le font encore l'observatoire de Belen, à la Havane, que les travaux du P. Vines ont rendu célèbre, et, dans d'autres régions, l'observatoire de Manille, aux Philippines, et celui de Zi-Ka-Wei, en Chine où se sont dévoués avec tant de succès les Pères Faura, Algué, Froc, Marc Dechevrens et tant d'autres savants missionnaires, leurs dignes successeurs.

Le climat de N. D. des Pins. — Nous avons signalé déjà à nos lecteurs, parmi les publications de l'observatoire de Zi-Ka-Wei, son *Calendrier-Annuaire* si riche en renseignements variés. Nous trouvons dans le volume pour 1912, le dixième de la collection, une notice de nature à intéresser ceux de nos lecteurs belges qui comptent en Chine des parents et des amis. Elle est intitulée *Note sur le climat de N. D. des Pins* et existe en tirage à part.

N. D. des Pins est la résidence centrale de la mission de la Mongolie Orientale, confiée aux Pères de Scheutvelt. Elle est située par 120°57′ E. G. et 41°23′ N. Jadis les Pères envoyaient leurs observations à l'observatoire russe d'Irkoutsk. Du 1ᵉ juin 1900 au 31 mai 1901, pendant les troubles des *Boxers*, le P. Van Obbergen y a pris la température trois fois par jour ; à partir du 1ᵉ janvier 1908, les observations ont été faites régulièrement 8 fois par jour, sous la direction du R. P. Florian de Preter qui communique soigneusement les résultats à l'observatoire de Zi-Ka-Wei, et complète peu à peu les installations.

Évidemment, un nombre d'années aussi restreint d'observations suivies ne permet pas de fixer définitivement l'allure du climat en cette station ; mais il suffit à en donner une idée générale. Bornons-nous à quelques brèves indications.

La pression barométrique ne tombe guère au-dessous de la moyenne annuelle (758,5 environ) que de la mi-avril à la fin de septembre, soit pendant cinq mois et demi.

Le plus grand froid, — 15° en moyenne, se présente vers le

15 janvier, et la plus grande chaleur, 27° en moyenne, vers le 25 juillet. Pendant les trois ans d'observations suivies (1908-1910), la température moyenne annuelle est restée entre 7°72 et 7°94. Les autres moyennes sont aussi fort stables. Le mois de juin est le plus orageux. Les vents du sud dominent en mai, juin et juillet ; et la mousson du nord semble commencer vers le mois d'août. L'opposition entre les 5 mois de la saison pluvieuse et le reste de l'année est bien tranchée. On relève 37 jours de pluie de mai à septembre, contre 17 jours pour les 7 autres mois de l'année. Si l'on donne le nom de *sécheresse* à une période de 10 jours ou plus sans précipitations, on n'en trouve aucune de juin à septembre.

Au delà de Hata, vers le haut plateau ondulé du Nan-tien-tse qui descend en pente douce vers l'ouest jusqu'au Gobi, les phénomènes météorologiques sont très intenses, et le froid descend à — 40°. Le vent de NW, accompagné de brouillard neigeux, y est fréquent ; chaque année, il tue des voyageurs. Les Chinois prétendent que la neige traverse les fourrures. Lorsqu'on est surpris, on ne peut plus descendre de cheval, car le raidissement des membres empêcherait de remonter en selle. En ces parages, la neige par temps clair est fréquente : ce sont de petits cristaux qui miroitent au Soleil et qui tombent très lentement. C'est signe de très grand froid, dit-on. Ce phénomène inconnu à Zi-Ka-Wei a été enregistré, aux Pins, 5 fois en 3 ans.

L'état du ciel, la rareté de la rosée, la rareté plus grande encore du givre, etc., sont autant de caractéristiques d'un beau climat sec.

Notons, pour finir, le phénomène de la « poussière jaune », absent pendant l'été, fréquent surtout en février et en mars, un peu par tous les vents, mais surtout par ceux de NW.

« La poussière, écrit-on des Pins à Zi-Ka-Wei, présente bien des dégrés de violence et des aspects différents.

» 1° Petits tourbillons qu'on voit naître devant soi par un temps parfois très calme. Ils n'ont guère que 2 à 5 mètres de diamètre et une hauteur pareille à celle des arbres. Ils parcourent quelques centaines de mètres, en faisant parfois des détours fort capricieux, puis ils se couchent.

» 2° Nuages de poussières traînant à la surface du sol ; ils naissent dans les parties sèches des lits des rivières ou sur certains plateaux sablonneux. Ils dépassent souvent le fait des collines. Ils suivent le lit des rivières et finissent par s'y noyer ou par se coucher sur quelque colline le long des rivières.

» 3° Sable et petits cailloux soulevés brusquement, projetés avec violence et déposés assez rapidement.

» 4° Nuages de poussières suspendues, souvent assez denses pour permettre de fixer le disque solaire sans se blesser les yeux.

» 5° Espèce de cumulus jaune, comme qui dirait un orage. Il avance rapidement, s'annonçant par un vent brusque, extrêmement violent. Quand le cumulus est arrivé, on n'y voit plus ; c'est une danse endiablée de tout ce qui peut être soulevé. La poussière tournoie et pénètre partout. C'est ce que j'ai appelé *vent jaune*, au registre, le 29 mars. La lumière solaire, qui filtrait à travers la poussière, m'a paru légèrement bleuâtre. »

Félicitons nos compatriotes de N. D. des Pins d'utiliser, au profit de la science, leurs rares loisirs ; ils démontrent, par le fait, qu'on peut faire de la bonne besogne avec un outillage simplifié, en y mettant de la méthode et de la régularité. Nous leur souhaitons de nombreux imitateurs.

Nécrologie. — La France vient de perdre un de ses météorologistes éminents, Léon-Philippe Teisserenc de Bort.

Né à Paris, le 5 novembre 1855, Léon Teisserenc de Bort inaugura sa carrière scientifique en 1880, au Bureau central Météorologique, comme chef de service du département de la Météorologie générale. Il consacra dès lors ses talents et sa fortune au progrès de sa science de prédilection, la Météorologie dynamique. Il y contribua grandement par des voyages d'exploration scientifique et surtout par ses travaux à son observatoire privé de Trappes, qu'il fonda en 1896. Au cours de ses voyages, il étudia le magnétisme du globe et plus spécialement les grands centres d'action de l'atmosphère ; à son observatoire de Trappes, c'est à l'étude de la distribution en hauteur de la température et du mouvement, au sein de l'atmosphère, par l'observation des nuages élevés, les lancers de cerfs-volants et les ascensions de ballons-sondes qu'il s'est plus particulièrement consacré.

Parmi ses publications, il convient de rappeler ici l'*Atlas international des nuages* (Paris, 1896) et les nombreuses éditions de l'ouvrage, écrit en collaboration avec H. Hildebrandsson, *Les bases de la Météorologie dynamique*, où l'on trouve un historique complet des recherches et des théories sur les vents et l'état des couches élevées de l'atmosphère.

En 1908, Léon Teisserenc de Bort reçut de la Société royale météorologique de Londres, la médaille Symons ; il était depuis peu de temps membre de l'Institut de France.

J. T.

BIOLOGIE

—

Le samedi 29 juin 1912, M. le Professeur Armand Gautier a donné sa leçon d'adieu à la Faculté de Médecine de Paris.

Devant un auditoire nombreux où se pressaient ses collègues, ses élèves et ses amis, M. A. Gautier a résumé le cours qu'il avait donné en 1912 — consacré à exposer l'ensemble des recherches qui ont occupé sa vie scientifique pendant plus d'un demi-siècle — et terminé sa conférence par quelques considérations de Biologie générale auxquelles les circonstances et l'autorité du savant professeur donnent un grand intérêt. Ce sont ces dernières pages de son discours que nous allons reproduire.

Mais avant cela, et pour ne pas interrompre cette citation, une remarque est peut-être utile.

La Biologie, comme toutes les sciences, se prolonge du côté des origines par des questions qui échappent aux recherches du laboratoire. Appliqué à étudier les conditions élémentaires de la vie et de ses manifestations, le Biologiste prend donc les faits à un point de la série au dela duquel l'expérience ne dit plus rien ; à moins d'entrer dans un domaine voisin du sien, il se réserve sur le problème des origines et de l'essence de la vie.

C'est en biologiste circonspect que parle M. A. Gautier et qu'il convient de l'entendre :

« Au cours de ses leçons, à plusieurs reprises, à propos des actes intimes de la vie cellulaire, j'ai appelé votre attention sur l'impossibilité où nous sommes, à cette heure, de démontrer que toutes ses manifestations résultent des transformations de l'énergie matérielle. Mais, à cet égard, il faut bien s'étendre et j'aurais voulu, dans une leçon dernière, développer devant vous mes idées à ce sujet. Permettez-moi de le faire aujourd'hui très rapidement sous forme de conclusion à nos études.

» *La vie* est un état de fonctionnement, c'est-à-dire d'échanges réguliers, d'où résulte la conservation d'un type défini pour chaque espèce végétale ou animale. Dans les espèces animales supérieures, à ce fonctionnement régulier, mais obscur, viennent s'ajouter la conscience des impressions reçues du dehors et l'aptitude à les comparer entre elles, d'où naît la pensée.

» Les lois et les forces qui président à la conservation et au fonctionnement de l'être vivant sont celles mêmes qui régissent la matière brute.

» On a longtemps admis l'opinion contraire fondée surtout sur la destruction, prétendue spontanée, de l'être vivant après sa mort. On disait que les matériaux éminemment instables de nos organes sont défendus contre la décomposition par une force propre, la *force vitale*, qui se dissipait avec la vie. Pasteur montra que les matériaux de nos tissus en apparence les plus instables, la matière nerveuse, le muscle, le sang, etc., se conservent indéfiniment lorsqu'on les soustrait à l'action des microbes, agents actifs de la putréfaction.

» Une autre opinion régnait dans la science, il y a un demi-siècle à peine, à savoir que les substances qui composent les êtres vivants n'ont pu se former que sous l'influence de la vie dont elles gardent pour ainsi dire le secret et comme l'empreinte. Seuls, les animaux et les plantes pourraient fabriquer l'albumine, le sucre, l'amidon, l'urée, l'alcool dont ils sont constitués ou qu'ils produisent.

» Mais en 1828, Wœhler fabriqua l'urée de toutes pièces; en 1885, Berthelot reproduisit artificiellement l'alcool en partant de l'acide carbonique et de l'eau; en 1868, Graebe et Liebermann obtinrent l'alizarine, la principale matière colorante de la garance. Puis les synthèses totales des produits végétaux ou animaux se succédèrent rapidement ; E. Fischer obtint artificiellement les sucres, et il vient de fabriquer les matières albuminoïdes les plus simples.

» Restait cependant une objection, un dernier mystère. Les produits de la vie végétale ou animale jouissent, pour la plupart, de l'aptitude de faire tourner à gauche ou à droite le rayon de lumière polarisée circulairement. Pasteur avait considéré cette aptitude à construire des corps insymétriques agissant sur la lumière polarisée comme réservée aux seules cellules vivantes insymétriques de leur nature ; l'artifice des laboratoires ne pouvait donner que des corps symétriques comme les actions qui leur donnent naissance et, par conséquent, inactifs. Mais M. Jungfleisch et surtout M. A. Le Bel démontrèrent, vers 1868, que l'on peut produire de toutes pièces des corps doués du pouvoir rotatoire, et que cette dernière propriété n'est pas une caractéristique de l'action vitale (1).

(1) Remarquons que ces brillants résultats ne nous donnent pas la clef du problème de la vie. On a reproduit artificiellement un très grand nombre de substances organiques, mais on n'a pas réussi jusqu'ici à fabriquer une

» Si la matière qui compose l'être vivant n'a pas d'origine mystérieuse, si elle peut être artificiellement fabriquée avec toutes ses propriétés, ses agrégats ou tissus vivants, obéissent-ils, lorsqu'ils fonctionnent, aux lois physico-chimiques de la matière brute?

» On pourrait répondre par l'affirmative à cette question en se fondant sur plusieurs ordres de preuves. J'en donnerai une seule qui suffira.

» Lorsque l'aliment traverse nos organes pour s'y transformer définitivement en acide carbonique, eau, urée, etc., en s'y oxydant plus ou moins complètement, la chaleur qui résulte de cette combustion, l'énergie qui en provient, est-elle la même que si ces aliments eussent été transformés en ces mêmes produits dans nos appareils de laboratoire ou dans nos foyers ?

» Je vous ai dit que, pour examiner cette question délicate, Atwater construisit sa *Chambre respiratoire*. C'est une cage métallique à triples parois, qui s'opposent à toute perte de calorique ; l'homme en expérience peut y vivre des journées et des nuits entières, recevoir ses aliments analysés d'avance, renvoyer ses excrétions à l'extérieur, agir, travailler, dormir, tandis que du dehors on note exactement les quantités de chaleur (ou de travail transformé en chaleur), produites dans l'enceinte, ainsi que les proportions d'eau, d'acide carbonique,

seule substance *organisée*. « A l'aide des agents chimiques, disait Liebig, on pourra bien produire les *éléments* de la fibre musculaire, de la peau, des cheveux, mais jamais on ne créera un cheveu, une fibre, une cellule... » L'expérience n'y a point encore contredit. Ajoutons que les procédés qu'emploie la nature pour réaliser ses opérations, dans des conditions bien différentes de celles des chimistes dans leurs laboratoires, n'ont pas cessé d'être profondément mystérieux, et de manifester une finalité transcendante. « La seule manière vraiment scientifique de traiter la chimie de la matière vivante, écrit M. J. Duclaux, consisterait à écrire, en dessous du titre : on ne sait rien, et à renvoyer la suite à une seconde édition qui pourrait paraître dans vingt ou dans cinquante ans » (J. Duclaux, *La Chimie de la matière vivante*. Paris, Alcan, 1910. Préface).

Supposons que l'on ait réussi à produire par synthèse chacune des substances qui constituent le contenu cellulaire, et qu'on les abandonne à elles-mêmes, sans l'intervention d'aucune idée directrice, rien ne prouve que de leur mélange, de leurs réactions mutuelles, résulterait nécessairement la *vie*, à son degré infime ; et si même la preuve en était faite, l'ordre et l'unité du monde n'en seraient que plus transcendants et les réflexions de Berzélius : « Tout ce qui tient à la nature organique annonce un but sage et se manifeste comme le produit d'un entendement supérieur », prendraient une signification plus profonde (H. Colin, *Biologie et synthèse*, REVUE PRATIQUE D'APOLOGÉTIQUE, 1er juillet 1911, p. 539).

d'urée, etc., rejetées par l'individu qui l'habite. En 1904, Atwater fit vivre, durant un total de 155 journées divers jeunes hommes dans sa chambre respiratoire. Il trouva que la somme de l'énergie (calorique et mécanique) produite par eux dans ce temps et recueillie, grâce au dispositif de sa chambre respiratoire, s'était élevé à 449 950 Calories. Or, en calculant quelle eût été l'énergie correspondante aux aliments fournis durant ce temps et tranformés dans ces mêmes produits finaux si on les eût brûlés directement par l'oxygène dans un calorimètre ordinaire, on eût dû obtenir 450 000 Calories. C'est donc, dans l'un et l'autre cas, l'identité presque absolue, sauf le déficit de 50 Calories, ou d'un huit-millième de la quantité de chaleur calculée, déficit (d'ailleurs tantôt positif, tantôt négatif) qui correspond aux erreurs inévitables en de si délicates expériences.

» Nous devons donc conclure de ces célèbres recherches, que l'être vivant, qu'il dorme ou qu'il veille, qu'il reste au repos, qu'il travaille du corps ou de l'esprit (car toutes ces conditions ont été spécialement et successivement réalisées et étudiées dans la chambre respiratoire d'Atwater), l'être vivant produit toujours, pour une même consommation d'aliments, une même quantité d'énergie ; et cette quantité est justement celle qui répond à la destruction de ces mêmes aliments s'ils étaient transformés en ces mêmes produits dans nos appareils de combustion ordinaires ou dans nos foyers.

» En traversant nos organes et en s'y détruisant, la matière alimentaire est donc soumise aux lois physico-chimiques de la matière brute : pour une même substance se transformant en mêmes produits, et quels que soient les états intermédiaires par lesquels elle passe chez l'être vivant, l'énergie apparue est celle que l'on recueillerait dans les appareils de destruction directe et brutale de nos laboratoires.

» De ces observations, concluons donc, comme Marcelin Berthelot l'avait fait, même avant les expériences d'Atwater, que *l'entretien de la vie ne consomme aucune énergie qui lui soit propre.*

» Si, dans la chambre calorimétrique, on eût brûlé directement, par l'oxygène, les sucres, les graisses et la chair elle-même, celle-ci jusqu'à l'état d'urée ; si l'on y eût fait vivre des levures spéciales, des amibes, des poulpes, ou un homme et et même un homme de génie, pour les mêmes quantités et la même nature d'aliments consommés, d'acide carbonique, d'eau et d'urée produites, on eût recueilli la même quantité d'énergie

calculée en Calories. Par conséquent, le mode de destruction de la matière vivante, la forme, l'état de vie, quel qu'il soit, des divers êtres, et la conservation de cet état de vie, celui de sommeil, de veille, de repos d'esprit ou d'état conscient n'influe pas sur la dépense d'énergie et n'en fait disparaître aucune parcelle. Comme l'a dit si bien Berthelot, *l'entretien de l'état de vie ne consomme aucune parcelle de l'énergie.*

» Si l'entretien de l'état de vie ne répond à aucune consommation d'énergie, *a fortiori* en est-il de même de la *conscience* de ces états et chez l'être supérieur, de leur *comparaison*, d'où naît la pensée.

» Concluons donc que l'être vivant utilise, pour ses échanges, l'énergie matérielle qui, passant à travers ses organes, leur permet de fonctionner. Mais les diverses formes acquises par lui grâce à ses sensations antérieures, ou apportées en lui par l'hérédité, n'ont aucun effet sur la consommation de cette énergie. En un mot, les états acquis, *a fortiori* les perceptions de ces états matériels, antérieurement imprimées dans nos organes, ou leur comparaison, n'étant pas des actes modificateurs de ces états, mais de simples vues intérieures ou concepts, n'équivalent à aucune quantité d'énergie proprement dite.

» L'expérience comme la logique nous conduisent donc à conclure que les phénomènes essentiels de la vie supérieure, savoir :

» *a*) *L'état de conscience* des sensations, qui constitue notre *moi* et nous avertit du monde extérieur ;

» *b*) *L'aptitude à comparer les sensations une fois reçues*, d'où résulte la *pensée ;*

» *c*) *Les faits de volition* qui nous déterminent au repos ou au *sens de l'action*, qu'il ne faut pas confondre avec l'action elle-même ;

» *d*) *La raison*, qui nous fait juger du juste et du faux, du bien ou du mal, et nous impose la *responsabilité* de nos actes.

» Tout cela est immatériel, car, s'il est bien évident que l'énergie est utilisée à nous transmettre nos sensations, il n'y a pas d'énergie dépensée pour comparer des sensations (une fois l'impression reçue), parce que la vue, le souvenir, la comparaison ne sont pas des actes de transformation matérielle et ne sauraient, par conséquent, correspondre à une dépense d'énergie matérielle, ainsi que le démontrent, d'ailleurs, les expériences les plus précises.

» Si donc il est incontestable que nos organes n'utilisent pour

leur fonctionnement que l'énergie matérielle, et toujours suivant les lois des transformations physico-mécaniques de cette énergie, les phénomènes de conscience, de pensée, de volonté qui constituent la vie supérieure étant des jugements, des vues ou concepts, des comparaisons d'états intérieurs et non des actes de transformation, ne répondent à aucune dépense d'énergie matérielle (1). »

Dans sa livraison du 9 mars 1912, la Revue Scientifique publiait un article intitulé *La Vie*, où Jacques Loeb, professeur à l'Institut Rockefeller de New-York, discutait cette question : « dans l'état actuel de nos connaissances peut-on espérer qu'il sera possible un jour d'expliquer la vie, c'est-à-dire l'ensemble des phénomènes vitaux, *exclusivement* par la physique et la chimie ? Dans le cas où, après un examen sérieux, la réponse serait affirmative, il deviendrait nécessaire de baser notre vie sociale et morale uniquement sur les données des sciences naturelles, et aucun métaphysicien ne saurait prétendre à nous dicter des règles de conduite qui seraient en contradiction avec les résultats de la biologie expérimentale. »

La réponse à la question posée et la conclusion qu'en tire Loeb sont du plus pur matérialisme.

« Si notre existence, conclut Loeb, est le jeu des forces aveugles et l'œuvre du hasard, si nous-mêmes nous ne sommes que des machines chimiques, comment peut-il y avoir pour nous une morale ? Ce sont nos instincts qui forment la base de notre morale, et ils sont héréditaires tout comme les particularités morphologiques de notre corps. Nous mangeons, nous buvons, nous nous reproduisons, non parce que les métaphysiciens ont reconnu que ceci est désirable, mais parce que, comme des automates, nous y sommes forcés. Nous déployons notre

(1) Allons jusqu'au bout de cette conclusion : l'observation externe, à elle seule, se montre impuissante à découvrir les traces de l'intervention psychique. Les matérialistes, fermant les yeux à la lumière de l'observation interne, en concluent que cette intervention n'existe pas. La philosophie spiritualiste, au contraire, y voit l'indication que l'âme observe les lois de la matière, et c'est dans la concordance des phénomènes constatés par l'observation externe, avec les pensées et les volitions que révèle l'observation interne de la conscience, qu'elle trouve la preuve inéluctable de l'intervention psychique. L'impression d'un livre a beau n'exiger qu'une dépense d'énergie matérielle, ce n'est ni au hasard ni au jeu des forces aveugles de la nature qu'il doit d'incarner les pensées de l'auteur au point qu'elles seules, pour ainsi dire, transparaissent et retiennent l'attention du lecteur.

activité parce que nous y sommes incités mécaniquement par les processus qui ont lieu dans notre système nerveux, et si les hommes ne sont pas des esclaves des conditions économiques, l'instinct de l' « effort réussi » ou du travail fécond détermine l'orientation de leur activité. La mère aime ses enfants et les soigne, non pas parce que les métaphysiciens ont proclamé que c'est sublime, mais parce que l'instinct des soins de la progéniture est déterminé, probablement par les deux chromosomes sexuels, d'une façon aussi inéluctable que les caractères morphologiques du corps de la femme. Nous aimons la société des hommes parce que nous y sommes poussés par des conditions héréditaires. Nous luttons pour la justice et la vérité et sommes prêts à sacrifier notre vie pour elles, car nous désirons instinctivement voir nos semblables heureux. Notre morale, nous la devons uniquement à nos instincts, qui, exactement comme la forme de notre corps, sont déterminés en nous chimiquement et héréditairement. »

On croirait entendre les médecins de Molière discutant la vertu dormitive de l'opium.

Le 27 avril 1912, la Revue Scientifique, voulant sans doute faire oublier ces menus propos, publiait un nouvel article *Sur l'État de Vie,* dans lequel M. A. Gautier exposait, et dans les mêmes termes, les idées que nous venons d'emprunter à sa Leçon d'adieu. Que cet article fut une réplique à celui de Loeb, la finale ne permet pas d'en douter :

« Si, comme l'a écrit dernièrement dans cette Revue (1) M. le professeur J. Loeb, de l'Institut Rockefeller, confondant d'ailleurs les actes matériels de l'économie avec les actes de perception ou de concept, « si nous devons notre morale à nos instincts » qui, exactement comme la forme de notre corps, sont déter- » minés en nous chimiquement et héréditairement », alors je ne puis comprendre, dans cette hypothèse, que ce même *instinct chimique*, qui nous porterait, suivant M. Loeb, nécessairement, en vertu d'une réaction matérielle, et par conséquent obligatoire, au sentiment de notre conservation personnelle, soit justement celui qui pousse le vaillant à courir bravement au feu pour défendre son pays, ou celui qui envoie nos missionnaires mourir en pays sauvage pour évangéliser de pauvres inconnus.

» Je conclus donc que s'il est incontestable que nos organes

(1) 9 mars 1912, pp. 289-298.

sont matériels et mettent en jeu l'énergie matérielle proprement dite suivant ses lois ordinaires, les phénomènes de conscience, de pensée, de volonté, qui constituent la vie supérieure, sont des états et non des actes matériels, qui ne répondent à aucune activité ni dépense d'énergie, et ne sont pas de même nature qu'elle. »

L. R.

NÉCROLOGIE

HENRI DESPLATS

La Société scientifique vient de perdre un de ses membres de la première heure, deux fois son Président, le collaborateur dévoué de ses ANNALES et de sa REVUE, le Dr Henri Desplats, professeur de clinique médicale à la Faculté catholique de Médecine de Lille, décédé en cette ville le 31 décembre 1912, dans sa soixante-neuvième année et après une courte maladie.

L'impression de cette livraison s'achevait quand cette triste nouvelle nous est parvenue, trop tard pour pouvoir rappeler ici la carrière si noblement remplie de ce savant chrétien. La IVe Section de notre Société, celle des sciences médicales, dont le Dr H. Desplats dirigea, à plusieurs reprises, les travaux, tiendra à honneur d'accomplir ce pieux devoir auquel la REVUE s'associera de grand cœur dans une prochaine livraison.

Nos offrons à nos collègues de l'Université de Lille et en particulier à M. le Dr René Desplats, l'expression de nos chrétiennes condoléances et de notre respectueuse sympathie.

LA RÉDACTION.

LOUIS HENRY

1834-1913

Le 9 mars dernier, la Société scientifique de Bruxelles a eu la douleur de perdre, en la personne de Louis Henry, l'un de ses membres les plus distingués, l'Université de Louvain, un de ses professeurs les plus éminents, la Belgique catholique un de ses fils les plus dévoués.

Louis Henry était membre de l'Académie royale de Belgique, correspondant de l'Institut de France, membre des Académies des sciences de Danemark, de Portugal et de Roumanie, membre aussi de l'Académie pontificale des Nuovi Lincei. Il était grand officier de l'Ordre de Léopold, Grand Croix de l'Ordre de Saint Sylvestre, Commandeur de la Légion d'honneur, etc.

La Revue des Questions scientifiques a rendu compte des deux manifestations dont Louis Henry a été le héros : l'une le 7 juin 1900, à l'occasion du prix décennal des sciences physiques et chimiques qui lui fut décerné par ses pairs pour la période décennale 1889-1898 ; l'autre à l'occasion de son cinquantenaire professoral en 1909. Des disciples et collègues spécialement compétents, MM. Delacre et Bruylants ont, à cette occasion, fait le tableau de la vie scientifique de M. Henry, dans des pages lumineuses qui ont été publiées dans la Revue des Questions scientifiques (juillet 1900, pp. 221-239 ; octobre 1909, pp. 352-369) Nous y renvoyons nos lecteurs.

Nous en tirons quelques dates de la carrière si féconde de notre regretté confrère.

Né à Marche, le 26 décembre 1834, Louis Henry entra à l'Université catholique en 1851 ; il y conquit, en 1853, le diplôme de candidat, en 1855, celui de docteur en sciences naturelles. Il alla ensuite à l'Université de Heidelberg, pour s'y spécialiser en chimie mieux qu'il n'avait pu le faire à Louvain. A son retour d'Allemagne, en 1858, il fut chargé du cours de minéralogie à Louvain, mais dès 1863 il devint titulaire du cours de chimie générale et le resta jusqu'à sa mort, bien qu'à la fin de sa vie il ait dû, pour cause de santé, se faire suppléer par son fils.

Il fut nommé correspondant de la classe des Sciences de l'Académie en 1865, membre titulaire en 1886. Il y avait défendu vaillamment avec Gilbert les droits de la pensée catholique au respect de tous et c'est cela seul qui explique l'écart entre les deux dates que nous venons de rappeler. Maintes autres Académies, comme nous l'avons dit plus haut, entre autres l'Institut de France, se firent un honneur de le compter au nombre de leurs membres.

Il fut l'un des fondateurs de la Société scientifique de Bruxelles, qui l'appela deux fois à être son Président, en 1879-1880 et en 1893-1894. C'est à son initiative que l'on doit l'institution des Concours de la Société et l'organisation du système de subsides destinés à l'encouragement des recherches scientifiques. Dans sa première présidence, aux débuts de la Société, il signala avec beaucoup de perspicacité les écueils qu'elle devait éviter, et indiqua la voie qu'elle devait suivre : elle devait toujours être vraiment scientifique et travailler non pour un public restreint, mais s'adresser à l'universalité du monde savant par des recherches originales sérieuses (1).

Il nous en donna l'exemple. Il publia dans nos Annales trois ou quatre grands mémoires, notamment

(1) Annales de la Soc. Scient. de Bruxelles, t. III, 1878-1879, seconde partie, pp. 397-420.

un travail très important sur la polymérisation des oxydes métalliques, puis une foule de notes substantielles, fruit de ses savantes recherches sur la solidarité fonctionnelle, la volatilité des composés carbonés, les lois de nombre, etc. Ces contributions, signées d'un nom dont l'autorité grandissait d'année en année, assurent à nos ANNALES, dans le domaine de la chimie, une valeur durable.

S'il m'était permis de parler de quelques travaux de Henry, publiés ailleurs, je signalerais son article *La Crémation* (1875), qu'il suffirait d'abréger pour en faire une excellente étude sur la question ; puis ses deux lectures à l'Académie de Belgique sur *Stas et la loi des poids* (1899-1900). Ce mémoire est un fragment de la *Philosophie chimique*, que Henry a rêvé d'écrire toute sa vie, sans pouvoir en trouver le temps, sollicité qu'il était sans cesse par des recherches expérimentales nouvelles. Mais pendant un demi-siècle, par ses déterminations numériques exactes, il n'avait cessé de travailler à cette philosophie chimique en prouvant, autant qu'il le pouvait, que les lois de la chimie ne sont pas des lois-limites pour des corps idéaux, comme la loi de Boyle-Mariotte, mais des lois mathématiques exactes où se vérifie la parole biblique dont Berzélius fait l'épigraphe de son traité des *Proportions chimiques : Omnia in mensura et numero et pondere disposuisti* (Sap., XI, 21).

C'était là une des pensées directrices qui faisait l'admiration du grand savant, du grand chrétien que fut Louis Henry. Il en contemple sans doute l'éternelle vérité dans le royaume de la lumière sans ombre, où nous espérons que la Divine Providence l'a déjà introduit, à cause du bien qu'il a fait à tant de générations d'élèves, par sa science, son culte du devoir et surtout par l'exemple de sa foi.

P. M.

LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES

ET LA

PHILOSOPHIE SPIRITUALISTE (1)

(Suite)

La recherche du siège exact des éléments de perceptivité, pour chacune de nos sensations, entreprise chez les animaux au moyen d'excitations encéphaliques et de lésions expérimentales des voies sensorielles périphériques et centrales, et chez l'homme par les méthodes anatomo-cliniques et la méthode embryogénique de Flechsig, a conduit à quelques résultats définitifs et suffisamment précis, dans les limites d'une détermination qui ne pourra jamais être absolument rigoureuse. Ainsi, on sait que la région prérolandique, que nous avons dit déjà être un centre psycho-moteur, est en même temps un centre psycho-sensoriel tactile. On sait aussi que les voies auditives aboutissent à la partie postérieure de la première circonvolution temporale, et les voies visuelles dans un territoire situé à la face interne des lobes occipitaux, de part et d'autre de la scissure calcarine (le cunéus et une partie de la circonvolution linguale). On pense que les centres olfactifs sont localisés dans la région de la circonvolution

(1) Voir Revue des Quest. scient., 3e série, t. XXIII, 20 janvier 1913, pp. 192-228.

de l'hippocampe et de la corne d'Ammon, et les centres gustatifs à l'extrémité antéro-interne des deux lobes temporaux.

Quant au *sens commun*, nous avons vu que la Scolastique en admettait l'existence. Saint Thomas en établissait la nécessité en faisant remarquer que chaque sens particulier est apte à distinguer les unes des autres les qualités sensorielles qui sont de son ressort ; ainsi, la vue distinguera le blanc du noir ou du vert ; mais distinguer le blanc du doux, ni la vue ni le goût ne le peuvent, pour la raison que celui-là seul peut établir une distinction, qui connaît les choses à distinguer. Il faut donc que cette fonction soit le propre d'un sens commun, qui centralise toutes les *appréhensions* des sens particuliers, et les saisisse eux-mêmes dans leur acte *appréhensif*. Non seulement je vois (ce qui est l'acte propre de l'organe visuel), mais je me vois voyant (« sicut cum aliquis videt se videre ») ; or, c'est là un acte qui ne peut procéder de l'organe de la vue, celui-ci ne percevant que la qualité sensible qui le modifie, en quoi consistait, pour les Scolastiques, l'acte complet de la vision. Mais cette modification de l'organe visuel en détermine une autre, qui a son siège dans le sens commun, lequel perçoit non pas les choses vues, mais l'acte même de la vision (1).

Cet acte, étant du domaine sensoriel, dépend d'une faculté organique, à laquelle par conséquent il a fallu assigner un organe. Nous avons vu que la philosophie l'avait localisé dans la « première concavité cérébrale ».

Les raisons alléguées en faveur de l'existence du sens commun ne sont pas péremptoires, et en tous cas, on n'est pas encore parvenu à repérer son organe, le *sensorium commune*. Nous avons dit que l'opinion de l'ancienne physiologie avait beaucoup varié sur le siège

(1) *Sum. theol.*, p. 1ª, q. LXXVIII, a. 4, ad secundum.

à lui assigner dans le cerveau ; la physiologie actuelle, ou ne le cherche plus, ou lui donne une tout autre signification.

Ce que nous venons de dire se rapporte à la détermination du siège cortical des *centres de perceptivité ;* mais la question des localisations psycho-sensorielles ne tient pas toute dans cette détermination.

Les *souvenirs d'images* tactiles, auditives, visuelles, gustatives, olfactives, sont aussi du domaine de la psycho-sensorialité, et par conséquent relèvent d'un organe qu'il est légitime de chercher à localiser. La philosophie s'est sans doute posé la question de très bonne heure.

Les Scolastiques entendaient, sous le nom générique de *sens*, diverses facultés organiques par lesquelles l'âme entrait en relation avec les objets extérieurs et avec son propre corps, par un acte vital de représentation, et sous l'influence de l'impression que ces objets produisaient, soit par leur présence actuelle, soit par simple souvenir, sur certains organes appelés organes sensoriels.

Les sens ainsi entendus se divisaient en sens internes et sens externes. Ces derniers, sensoriellement constitués par ce que nous appelons les organes des sens (l'œil pour le sens externe de la vue, le bourgeon du goût pour le sens externe de la gustation, etc...), avaient pour fonction de représenter les caractères qualitatifs et quantitatifs des corps. Cette représentation constituait la sensation externe, et cet acte vital de sensation, ou perception de l'impression produite dans l'organe sensoriel, se passait tout entier dans l'organe externe (1). Or, cet organe peut disparaître, sans que s'évanouisse la représentation, l'image, le phantasme, soit de l'impression produite antérieure-

(1) Sensus proprius « non cognoscit nisi formam sensibilis a quo immutatur ; in qua immutatione *perficitur* visio ». *Sum. theol.*, 1ª p., q. LXXVIII, art. 4, ad secundum.

ment sur l'organe, soit de l'excitant lui-même qui a produit cette impression. Il y a donc quelque part un organe, distinct des organes sensoriels externes, et qui garde, sous une forme qui nous est d'ailleurs absolument inconnue, le souvenir des sensations éprouvées. La philosophie spiritualiste ne le nie pas. Elle a même été la première à affecter à la fonction mnésique sensorielle des sens internes déterminés, et nous avons eu l'occasion de signaler dans quels endroits du cerveau elle en avait placé les organes.

La cérébrologie moderne a donné raison à la philosophie spiritualiste, en ce qui concerne le fait même de la localisation cérébrale de nos images sensorielles.

Il nous reste à exposer sur ce point l'état de la question.

Voici un malade. Il est hors d'état de comprendre le sens des mots prononcés à son oreille dans les conditions normales d'audition. Ces mots, il les entend d'ailleurs parfaitement, comme sons bruts, car il les redit sans hésitation. D'autre part, ces mêmes mots, quand il les voit écrits, lui rappellent immédiatement les objets qu'ils désignent : il les voit, d'abord, évidemment, par un acte de vision brute, chaque lettre produisant dans son organe visuel une sensation de forme et de coloris. Mais à cette sensation s'ajoute la représentation ou image de l'objet désigné par le mot écrit. A la sensation brute du son des syllabes s'ajoutait aussi, autrefois, la représentation ou image de ce même objet. Cette représentation, en tant que liée à la vue ou à l'audition du mot qui la rappelle, n'est pas un phénomène psycho-sensoriel primitif. C'est un résultat de l'éducation. Le mot, lu ou entendu, ne produisit chez le sujet, la première fois qu'il le lut ou qu'il l'entendit, que la sensation visuelle ou auditive brute. Mais quand on lui montra, ou qu'on lui décrivit l'objet que le mot désignait, il se fit, dans ses facultés,

une association psycho-sensorielle entre la sensation auditive ou visuelle du mot, et l'image de l'objet signifié par le mot. C'est cette association entre la sensation du mot entendu et la représentation de l'objet correspondant à cette sensation, qui maintenant a disparu. L'audition brute du mot n'éveille plus chez le sujet aucune image ; la mémoire de l'image suggérée par l'audition, ou, plus brièvement, la mémoire sensorielle auditive n'existe plus ; la mémoire sensorielle visuelle persiste.

Supposons maintenant qu'après la mort de ce malade l'examen histologique révèle, en quelque endroit de son cerveau, une lésion destructive de la substance nerveuse, et supposons encore que toutes les fois que la clinique aura relevé, chez d'autres malades, la disparition de la mémoire sensorielle auditive, le même examen mette en présence d'une lésion du même genre, siégeant au même point, ne sera-t-on pas autorisé à affirmer que ce point est le centre de la mémoire des images qui se rattachent à l'audition brute?... Et comme nous avons supposé que cette audition brute n'était pas altérée, le malade entendant parfaitement le son des syllabes et pouvant répéter le mot, que d'ailleurs il ne comprend pas, si l'examen *post mortem* montre précisément, que dans les limites de l'observation histologique, le centre de l'audition brute, que nous avons dit être la partie postérieure de la première circonvolution temporale, n'est pas altéré, ne sera-ce point là une preuve que le centre des images auditives est distinct de celui de la sensation auditive pure ?... Et si enfin chez tous les malades dont les déficits sont simples et bien caractérisés, la lésion observée à l'autopsie n'intéresse jamais qu'un hémisphère, ne sera-t-on pas en droit de conclure que c'est dans ce seul hémisphère qu'est localisé, normalement, le centre de la mémoire des images auditives ?...

Voilà, sans doute, bien des hypothèses : c'est un malade vraiment idéal que nous demandons, pour que le cas soit probant. Heureusement, la cérébrologie a la bonne fortune de rencontrer de temps à autre de ces sujets de choix. Les exemples classiques bien vérifiés servent d'ailleurs à interpréter les cas complexes, où les déficits caractéristiques se surchargent de symptômes variés, relevant de différentes lésions concomitantes. Toutes ces observations s'éclairent l'une l'autre, et les différences qui les séparent contribuent tout autant que les points qu'elles ont de commun, à mettre en évidence la cause de chaque trouble particulier. On peut dès lors se hasarder à imaginer les variations symptomatologiques qui se produiront en relation avec les variations portant sur la cause, et leur vérification sera une preuve de plus en faveur de l'existence du centre sensoriel mnésique.

Ainsi, puisqu'il s'agit d'une fonction organique, nous pouvons affirmer qu'elle a pour substratum un groupe plus ou moins riche de cellules, et il ne paraît pas invraisemblable, d'autre part, que certaines de ces cellules soient spécialisées *mnésiquement*, c'est-à-dire affectées à la mémoire des images correspondant à certains mots. Par suite, si le centre n'est pas atteint dans sa totalité, le sujet comprendra encore la signification des termes dont les images correspondantes persistent dans les cellules restées intactes. Et on constate, en effet, que le trouble peut être restreint à certains mots ou groupes de mots, ou s'étendre à tout un idiome, mais pas au delà : tel malade polyglotte, par exemple, comprendra les termes prononcés dans sa langue maternelle, mais ne saisira plus la signification des mots des langues étrangères, qu'il possédait d'ailleurs parfaitement ; tel autre, qui avait appris simultanément, pendant son enfance, le français et le patois, ne comprendra plus que ce dernier.

Puisque le malade ne comprend pas le sens de certains mots, quand ils sont prononcés par d'autres, il est à supposer qu'il ne les comprendra pas davantage, quand il les prononcera lui-même. L'expérience montre, en effet, qu'il en est bien ainsi : le mot que le sujet vient d'entendre matériellement, il le répète de même, et lorsque le son des syllabes qu'il articule frappe son oreille, il n'a conscience que de la sensation brute d'audition. Si l'impossibilité de contrôler son propre langage n'est pas absolue, il pourra bien prononcer et relier entre eux, d'une façon assez pertinente, certains mots, mais au beau milieu d'une phrase, l'expression fera défaut, par suite de la perte du souvenir auditif qui reliait cette expression à l'objet qu'il veut désigner, à l'idée qu'il veut traduire ; alors, il s'arrêtera court, à moins qu'il ne se décide à combler la lacune en se servant du premier mot venu. On devine ce que sera sa conversation, s'il a souvent recours à de pareils expédients : de la *jargonaphasie*.

Or on observe, dans tous ces cas, une lésion plus ou moins étendue du pied de la première circonvolution temporale gauche (chez les droitiers) ; cette région renferme donc le centre des représentations auditives.

La fonction mnésique visuelle présente les mêmes anomalies que la fonction mnésique auditive, et des observations cliniques et histologiques semblables à celles dont nous venons de parler, ont permis d'assigner, dans l'hémisphère gauche, la région du pli courbe, ou circonvolution angulaire, comme centre des représentations qui se rattachent aux sensations visuelles.

Que ce soit le mot prononcé ou le mot écrit qui ait perdu toute signification pour le sujet atteint d'une lésion de ses centres d'images, son affection porte le nom d'*aphasie*, en raison des troubles de langage qui en résultent nécessairement ; et comme la fonction des centres dont il s'agit est de *recevoir* en dépôt les

images des choses signifiées par les mots, l'aphasie qui résulte de leur lésion est appelée *aphasie de réception ;* et comme enfin la lésion a pour effet de rendre incompréhensible au sujet le mot entendu ou lu, on dit que ce sujet est atteint ou de *surdité*, ou de *cécité verbale*.

Mais nous ne sommes pas, au point de vue psychosensoriel, de simples récepteurs. Nous parlons, nous écrivons, et nous projetons ainsi, d'une certaine façon, hors de nous, avec les mots auxquels elles se rattachent, les images que nous avons emmagasinées. Or pour parler, pour écrire, il faut s'être rendu compte des mouvements nécessaires à l'articulation des mots ou au tracé des lettres ; il faut les avoir appris, et il faut en avoir gardé le souvenir. Ces mouvements, au début du moins, étaient, pour la plupart, des mouvements conscients — et c'est ce qui en a rendu l'éducation directe possible — ; ils s'accompagnaient donc de sensations : nous avons senti et nous avons vu nos muscles se déplacer. Nos mouvements sont donc en relation avec une série d'images sensorielles qui nous permettent de nous les représenter. Existe-t-il un centre où ce trésor d'images sensorio-motrices est localisé ?... On l'a pensé, et en se fondant sur des raisons de même ordre que celles exposées tout à l'heure, on a cru pouvoir le placer dans le pied de la troisième circonvolution frontale gauche (chez les droitiers), en ce qui regarde les mouvements volontaires d'articulation des muscles des lèvres et de la langue : c'est la fameuse *circonvolution de Broca*. Le trouble du langage qui résulte de la lésion de cette zone frontale porte le nom d'*aphasie motrice*, ou d'*aphasie de transmission* du type Broca. L'existence du centre correspondant pour l'écriture, dont la lésion déterminerait l'*agraphie*, ou *aphasie de la main*, de Charcot (impossibilité d'exécuter les mouvements qui permettraient à la main de parler le langage écrit), a été mise en doute. On a pourtant

d'excellentes raisons de croire à la réalité de ce centre et à sa localisation dans la partie inférieure de la deuxième frontale (1).

Nous laisserons de côté ce qui regarde les *aphasies sous-corticales*, ainsi que la question qu'on pourrait se poser de savoir s'il n'existe pas d'autres centres sensoriels mnésiques, récepteurs et conservateurs d'images en relation avec nos impressions tactiles, gustatives, olfactives, thermo-algésiques.

Nous ne voulons pas nous arrêter non plus à la théorie de Flechsig, dont la discussion nous entraînerait dans de trop longs développements. Le Dr Ferrand dit dans son opuscule (p. 27), que « Van Gehuchten en est un chaud partisan ». « Partisan » tout court, serait peut-être plus exact. L'éminent professeur, dans son volumineux traité du *Système nerveux de l'homme*, d'un millier de pages (2), en consacre une vingtaine, il est vrai (pp. 346-450 incl., et pp. 775-788 incl.) à l'exposition de la méthode myélogénésique ; mais il le fait avec le plus grand calme, à la façon d'un savant qui enregistre des faits. Ceux-ci, il est vrai, après contrôle, n'ont pas tous été maintenus. Flechsig lui-même a été amené, par ses propres recherches, à corriger ses premières affirmations, mais il n'en reste pas moins que sa méthode embryogénique a rendu de très grands services à l'histologie nerveuse, et que la marche de la myélinisation, comparée avec le développement graduel des fonctions psycho-sensorielles et spirituelles,

(1) En février dernier, MM. J. Froment et O. Monod ont présenté à la *Société de Neurologie* un travail sur les *images motrices d'articulation*. Ces images, pour eux, n'existent pas : l'articulation, comme l'écriture, est conditionnée par de simples habitudes motrices. Reste à prouver que ces habitudes ont été contractées indépendamment de toute image motrice d'articulation et que, même après l'habitude prise, ces images n'interviennent pas, dans le langage écrit ou parlé, d'une façon actuelle et immédiate, encore qu'insaisissable par la méthode d'*auto-observation*, sur laquelle s'appuient les auteurs du travail dont nous parlons.

(2) Louvain, 1906, 4me édition.

chez l'enfant, fournit à la doctrine des *localisations cérébrales* une confirmation qui n'a encore rien perdu de sa valeur.

Cependant, malgré toutes ces preuves, on peut se demander s'il reste encore quelque chose de ces localisations, après que P. Marie leur a porté les rudes coups dont parlent les auteurs que nous avons cités au début de ce travail.

Que les localisateurs se rassurent !

Constatons tout d'abord que P. Marie est loin d'en vouloir au principe même des localisations. Sans doute, répondant à Grasset dans un article sur *la fonction du langage*, il a écrit cette phrase : « En un mot, *des quatre centres du langage admis par M. Grasset, je n'en admets pas un seul* » (1). Or, les centres admis par Grasset, sont bien les quatre centres classiques dont nous avons parlé : 1° la partie postérieure de la première circonvolution frontale gauche (centre sensoriel auditif verbal) ; 2° le pli courbe (centre sensoriel visuel verbal) ; 3° le pied de la troisième circonvolution frontale (centre moteur verbal : centre de Broca) ; 4° le pied de la deuxième circonvolution frontale (centre moteur de l'écriture). Mais il faut s'entendre. Marie n'a jamais nié l'existence de l'aphasie ; il prétend seulement que ce trouble ne se rattache pas à la lésion *isolée* de quelqu'un des centres précédents. « Il est incontestable, dit-il, que certains aphasiques comprennent mal ou pas du tout le langage parlé, et que ce manque de compréhension se produit à la suite de la lésion d'une région déterminée de l'hémisphère gauche du cerveau. Cette région est la zone de Wernicke, du nom de l'auteur qui a, le premier, bien étudié la forme d'aphasie liée à la lésion de la partie postérieure du territoire de l'artère sylvienne. Cette zone de Wernicke est, *grosso modo*, constituée par le

(1) Sur la fonction du langage, REVUE PHILOSOPHIQUE, 1907, p. 211.

Gyrus supramarginalis, le pli courbe et le pied des deux premières circonvolutions temporales » (p. 214).

Si Marie est amené à étendre ainsi la zone dont la lésion détermine « la *surdité verbale* des auteurs classiques », c'est, d'abord, parce qu'il n'a jamais « rencontré de cas de *surdité verbale pure* (impossibilité de comprendre le langage parlé avec conservation de la parole spontanée, de la lecture et de l'écriture, intégrité de l'intelligence) » (p. 213) ; puis, parce qu'il faudrait, « pour affirmer l'existence d'un centre sensoriel auditif verbal, que la destruction isolée d'une certaine région du cerveau (première circonvolution temporale) déterminât les phénomènes que les auteurs classiques ont, par un *a priori* qui ne s'est pas vérifié, décrit sous le nom de surdité verbale. Or, cela n'a pas lieu » (p. 213).

Donc, à en croire M. Marie, au centre classique dont la lésion déterminait l'aphasie sensorielle verbale, et qu'on localisait dans le pied de la première circonvolution temporale de l'hémisphère gauche, il faudrait substituer un autre centre, englobant le premier, et s'étendant sur toute la zone de Wernicke, dont la délimitation, d'ailleurs, ne peut pas être précisée. En somme, toute la question se réduit à la prétendue impossibilité de « diviser *ex professo*, comme le font les auteurs classiques, la zone de Wernicke en centres distincts ayant chacun une fonction spéciale » (p. 214).

Se fondant sur ces affirmations (et en les supposant justifiées), le Dr Ferrand peut bien dire (p. 65) que « nous sommes loin des centres localisés de mémoires d'images » ; mais quand il ajoute : « Nous sommes même loin des images », sa conclusion dépasse les prémisses posées par Marie. On ne renonce pas nécessairement, en effet, aux « mémoires d'images », parce qu'on se refuse à les localiser en un point spécial de la zone de Wernicke. M. Marie est généreux, il leur livre

toute la zone. Cette zone est, en effet, pour lui, un véritable centre. « Nous ne connaissons, dit-il, les centres du cerveau humain que par les phénomènes de déficit qui se produisent à l'occasion de leur destruction » (p. 213) ; or, à l'occasion de la destruction de la zone de Wernicke, il se produit de la surdité verbale ; cette zone remplit donc l'office de centre à l'égard des conditions psycho-sensorielles de la fonction normale du langage parlé, et si les « mémoires d'images » font partie de ces conditions, elles sont nécessairement localisées dans ce centre.

Qu'il se produise, en même temps que la surdité verbale, d'autres phénomènes de déficit, cela prouve seulement que la zone de Wernicke est un centre très complexe. Mais nulle part nous ne voyons que Marie ait la moindre tentation de s'inscrire en faux contre les « mémoires d'images ». Quand la zone de Wernicke, dit-il, est atteinte par une lésion en foyer, il en résulte l' « incompréhension » du langage parlé ». « C'est justement sur ce manque de compréhension du langage parlé que l'interprétation des classiques et la mienne propre diffèrent du tout au tout... Pour les classiques, il existe un centre de l'audition des mots, centre *sensoriel* dans lequel viendraient se ranger, se conserver et se comparer entre elles les images auditives. Lorsque ce centre est atteint par une lésion, ces images auditives sont détruites et disparaissent, etc... A mon avis, ce n'est pas ainsi que l'on doit interpréter, chez les individus atteints d'une lésion en foyer dans la zone de Wernicke, le manque de compréhension du langage parlé. D'après ma manière de voir, l'aphasie n'est pas due dans ce cas, comme le veut la théorie sensorielle des auteurs classiques, au défaut de fonctionnement du seul centre auditif, etc... » (pp. 214-215). Il n'y a rien là qu'on puisse interpréter comme une négation des images sensorielles auditives. Tout ce que dit Marie,

c'est que le défaut de fonctionnement *du seul centre auditif* des classiques, n'expliquerait pas le tableau symptomatologique très chargé des aphasiques.

D'ailleurs, que l'éminent cérébrologiste n'ait jamais rencontré de surdité verbale pure, et que, dans tous les cas de surdité verbale compliquée, il ait constaté que la lésion débordait les limites superficielles du centre classique et s'étendait en profondeur au-dessous de l'écorce, de manière à intéresser la substance blanche sous-jacente, cela, loin de prouver l'inexistence du centre classique, tendrait au contraire à en faire admettre la réalité. Pourquoi n'y a-t-il jamais, dit Marie, de surdité verbale pure ?... Mais peut-être précisément, parce que la lésion du centre classique dépasse toujours les limites de ce centre : à la lésion du centre lui-même se rapporte la surdité verbale ; à la lésion des régions voisines, se rapportent les déficits concomitants. M. Marie admet bien (p. 213) que la concordance entre la destruction isolée du centre classique et les phénomènes de déficits qui constituent la surdité verbale pure, serait une raison suffisante d'affirmer l'existence du centre. Il faut donc concevoir aussi que la destruction qui intéressera le centre et ses environs immédiats, donnera plus que de la surdité verbale : et c'est ce que l'on constate.

Quant aux troubles intellectuels qui surchargent la symptomatologie verbale, leur existence ne suffirait pas, à elle seule, à prouver qu'il y a, histologiquement, plus que le centre classique de lésé. Cette idée ne peut venir qu'à ceux qui admettent un centre intellectuel, anatomiquement distinct des autres centres, et dont la lésion serait directement nécessaire pour expliquer les déficits que nous devons regarder comme essentiellement et purement spirituels. Aussi bien trouvons-nous fort étrange que M. Ferrand lui-même fasse allusion à ces déficits pour prouver que la lésion du pied de la

première temporale gauche (centre classique) ne suffit pas à expliquer l'aphasie corticale sensorio-auditive (p. 62).

Ces troubles intellectuels, dans le cas de lésions à champ restreint, « sont très modérés », dit Marie ; « parfois même ils peuvent échapper à un examen superficiel. » Si les lésions sont plus étendues ; si elles ne se limitent pas à la corticalité, mais entament profondément le centre ovale, les troubles psychiques deviennent tels que, « dans certains cas, ces malades sont, indûment d'ailleurs, considérés comme de véritables aliénés » (pp. 216, 217, en note).

Il n'y a rien encore dans ces faits que la lésion des centres classiques ne puisse expliquer. Chacun de nos centres d'images sensorielles, en effet, intervient ou peut intervenir dans notre activité intrinsèquement et purement spirituelle. Ce n'est pas que nous pensions par images, si on prend le mot penser pour désigner la phase dernière de l'acte psychique ; mais avant d'arriver à l'idée, *représentation intellectuelle* de l'objet, nos facultés de connaître doivent suivre un chemin sur lequel elles rencontrent nécessairement l'image, le phantasme, la *représentation sensorielle*, de sorte que si nous ne pensons point *par* images, nous ne pensons jamais *sans* images. Celles-ci sont la matière même sur laquelle l'intelligence travaille. On comprend donc parfaitement, si elles lui font en partie défaut, qu'elle soit troublée dans son exercice, et présente des déficits plus ou moins graves, selon l'étendue des dégâts causés dans les centres conservateurs des représentations sensorielles. Ainsi, la lésion du pied de la première temporale gauche, si cette zone corticale est vraiment le centre de la mémoire des images qui se rattachent à l'audition, suffirait à expliquer à elle seule les troubles intellectuels qui accompagnent la surdité verbale. On peut même affirmer que ces troubles existeront tou-

jours, à un certain degré, en concomitance avec les déficits intéressant le langage, quand le centre classique aura été atteint, si bien que Marie a peut-être raison de dire que « la *surdité verbale pure* est un simple mythe et que les observations qu'on en a publiées, en très petit nombre, se trouvent toutes entachées de quelque erreur » (p. 213). Mais, tirer de ces faits la conclusion que le centre en litige n'existe pas, c'est aller beaucoup trop loin.

Nous n'avons encore parlé que du centre des représentations sensorielles d'origine auditive. Ce n'est pas le seul que Marie refuse d'admettre. Nous avons vu, en effet, qu'il n'accepte aucun des centres *classiques*. Par quels arguments parvient-il à se défaire des autres : le centre des images motrices d'articulation, le centre des images motrices graphiques, et le centre visuel verbal ?... Il faut les signaler, pour bien montrer toute la prétendue portée spiritualiste de son œuvre anti-localisatrice.

Laissant de côté les raisons anatomo-cliniques, l'auteur a recours à un genre de preuve qu'il juge particulièrement efficace : le développement onto-phylogénique de l'homme. « A quel moment de l'évolution de l'homme primitif, la fonction du langage et son centre sont ils apparus ? Depuis quand parle-t-on dans l'ordre des primates ? » se demande M. Marie (p. 218). Nous n'en savons rien, ni lui non plus. Mais qu'il s'agisse de vingt mille ou de cinquante mille ans, cela importe peu ; ce ne sont pas quelques douzaines de siècles de plus ou de moins qui peuvent nous embarrasser. Ce qui est sûr, d'après Marie, c'est que « dès l'antiquité la plus reculée l'homme a joui du langage oral, il n'est donc pas impossible qu'il possède un centre pour cette fonction, l'organe et la fonction s'étant, sans doute, au cours des générations innombrables, progressivement et parallèlement développés et perfectionnés » (p. 218).

Nous ne voulons point traiter ici, notre but n'étant pas de réfuter les erreurs de l'évolutionnisme matérialiste, la question de l'époque approximative où l'homme a commencé à parler, ni celle, préalable, de savoir s'il fut une époque où l'homme ne parlait pas. Ce qui nous intéresse c'est, nous plaçant en face de ce fait que l'*homme actuel* parle, de nous demander s'il existe dans son cerveau un centre cortical du langage parlé... « Il n'est... pas impossible, avoue M. Marie, qu'il possède un centre pour cette fonction. » Mais quel sera ce centre ?... Sera-ce le centre classique de Broca ?... Non ; Marie n'en veut pas, et la raison en est qu'il existe, d'une part, des cas d'aphasie motrice sans lésion de la troisième frontale gauche, et d'autre part, des cas de lésion de la troisième frontale gauche sans aphasie motrice.

Ces deux formules tranchantes semblent, de prime abord, juger définitivement la cause. Peut-être, toutefois, ne mettent-elles pas les partisans du centre de Broca en aussi mauvaise posture qu'on pourrait croire. D'abord, ils n'ont jamais été naïfs au point de penser que les observations d'aphémie pure fussent très nombreuses : « On n'en peut guère compter, à notre connaissance, plus de six ou huit, entre autres celles de Jaccoud et Dieulafoy, de Ferrier, d'Ange Duval, de Charcot, de Ballet et Boix », disent Brissaud et Souques, dans le Traité de Médecine, de Bouchard-Brissaud (1). La raison en est que pour produire une aphémie pure, la lésion devrait se localiser rigoureusement au pied de la troisième frontale gauche « sans empiètement de cette lésion sur les régions voisines » ; et comme, d'autre part, les lésions de ce genre relèvent presque toujours d'un accident survenu dans la circulation, « il faut que l'oblitération vasculaire soit exclusivement limitée au

(1) Deuxième édition, t. IX, p. 162.

territoire d'irrigation de la branche de l'artère sylvienne destinée au centre de Broca ». Or, la réalisation d'une pareille condition sera toujours très rare. Malgré cela, les auteurs que nous venons de citer n'en soutiennent pas moins que « le siège anatomique de l'aphémie occupe les deux cinquièmes postérieurs de la *circonvolution de Broca* », et pour eux, si les cas d'aphasie motrice sont rares, « ils n'en sont que plus démonstratifs ». A ceux qui leur opposeraient les cas où l'autopsie aurait démontré l'absence de lésion de la troisième frontale gauche chez des aphasiques avérés, ils répondent : « Bernard a fait justice de ces objections. D'abord la détermination de la troisième frontale n'est pas toujours à ce point facile que personne ne s'y trompe. Trousseau a commis cette erreur. Il existe, en outre, telles dispositions compensatrices du manteau cortical qui peuvent faire avancer ou reculer le siège du centre de l'aphémie. Si l'on ne tient pas compte des compensations anatomiques dont il s'agit, on peut encore placer la lésion en dehors des limites que les figures schématiques lui assignent. Celles-ci, lorsqu'on a voulu les suivre de trop près, ont rendu parfois de très mauvais services à l'anatomie pathologique et particulièrement à la localisation de l'aphasie motrice » (1).

Cela explique aussi que l'on puisse observer des cas de lésion sans aphémie : ou bien, en effet, le champ de Broca qu'on prétend lésé n'a pas été suffisamment identifié, ou bien, chez les sujets en cause, d'autres régions ont accaparé, congénitalement ou accidentellement, la fonction dévolue d'ordinaire aux éléments nerveux de la troisième circonvolution frontale.

Peut-être aussi ne tient-on pas un compte suffisant de la possibilité de lésions *non apparentes*. La plupart des neuropathologistes affirment l'existence d'une

(1) Deuxième édition, t. IX, p. 163.

lésion organique à la base des troubles hystériques, bien que cette lésion n'ait jamais été observée. Raymond a écrit que dans le cas des *névroses*, les altérations « peuvent être d'ordre *chimique*, intéressant les humeurs ou les éléments anatomiques, et plus ou moins analogues à certaines modifications que l'on commence à entrevoir (état trouble des cellules, différences de fixation des matières colorantes, etc.). Elles peuvent être simplement *physiques*. Il se produirait alors, dans l'organisme, quelque chose de comparable à ce qui se passe dans un barreau de fer doux aimanté : dans ce nouvel état, on ne connaît rien, absolument rien, qui distingue le barreau de fer de ce qu'il était avant l'aimantation, si ce n'est ses propriétés physiques toutes nouvelles » (1). Il n'est pas impossible qu'il en soit de même dans le cas de l'aphasie motrice sans lésion apparente du centre de Broca.

Quant au centre des images motrices graphiques, et au centre visuel verbal, leur existence est tout aussi improbable que celle du centre des images motrices du langage articulé, si nous en croyons M. Marie. Pourquoi ?.. Parce que « l'accession de chacun de nous à l'aristocratique usage de la lecture et de l'écriture est de date éminemment récente. Recueillons nos souvenirs de famille, et nous constaterons qu'il y a quatre ou cinq générations nos grands-pères ne savaient pas lire, ou si peu ! Et dans ces conditions, on voudrait parler d'un centre pour la lecture et d'un centre pour l'écriture ! Il aurait donc fallu que ces centres vinssent à pousser, dans nos cerveaux à nous, comme des champignons. Puisque nos grands-pères étaient des illettrés, il ne pouvait être question, chez eux, d'un organe pour une fonction qui n'existait pas. — Oserait-on sérieusement soutenir qu'en trois ou quatre générations de pareils centres puissent se développer ? Est-il besoin, après

(1) *Névroses et Psycho-Névroses*, p. 3.

ces considérations générales, d'insister davantage sur l'inanité des centres spéciaux, admis par les auteurs, pour la *lecture* et pour l'*écriture ?* Cela me semble inutile » (p. 218).

M. Marie donne ce « mode de démonstration » comme « sans réplique », et il ajoute : « C'est probablement pour cette raison que depuis 1897, date où je l'ai publié, les auteurs avec qui je suis en désaccord n'ont jamais consenti à le discuter d'une façon approfondie ». Nous ne le discuterons point non plus ; non pas parce qu'il nous paraît sans réplique, mais parce qu'il suppose prouvée toute une doctrine qui est encore, pour le moins, très contestable. Nous ne demanderons même pas à M. Marie comment il conçoit qu'un organe, totalement inexistant, puisse naître et se développer sous la poussée d'une fonction impossible à concevoir sans cet organe. Contentons-nous de remarquer que l'auteur admet la possibilité de l'existence future de centres correspondant aux fonctions de lecture et d'écriture ; nos descendants en jouiront donc, peut-être dans quelques milliers d'années ou de siècles, comme nous jouissons, nous, à l'heure actuelle, du centre du langage oral dont nos plus lointains ancêtres étaient dépourvus. D'ici là, il n'y a d'ailleurs pas à s'inquiéter : nos fonctions s'accomplissent tout comme si leurs centres existaient. Mais si l'argument de Marie ne prouve rien contre l'existence ni du centre visuel verbal, ni du centre moteur graphique, il nous montre, du moins, combien il entre d'illusions dans l'enthousiasme de ceux à qui ses théories anti-localisatrices apparaissent comme le triomphe de la philosophie spiritualiste et chrétienne (1).

(1) Nous avons déjà cité cette phrase du Dr Van der Elst, recommandant aux apologistes la lecture de la brochure du Dr Ferrand : ils y verront combien « les conclusions du professeur P. Marie, basées sur les solides assises de l'anatomie clinique et pathologique, sont favorables au spiritualisme » (Rev. prat. d'Apolog., 15 décembre 1911, p. 460). Or, l'assise la plus solide, c'est, au jugement de Marie, la doctrine évolutionniste, entendue dans un sens que la philosophie spiritualiste ne peut accepter en aucune façon.

Si, laissant de côté l'argument évolutionniste dont nous venons de parler, nous nous demandons quelles sont les raisons plus solides que l'on pourrait avoir de nier l'existence du centre visuel verbal, on n'en apporte pas d'autres que celles déjà mises en avant contre le centre verbal auditif. « Je n'ai jamais vu, écrit M. Marie, une lésion *corticale* du pli courbe déterminer à elle seule, et à l'état isolé, la suppression de la lecture (ou cécité verbale pure) » (p. 217). Cela prouve uniquement que le *centre classique* des images visuelles verbales n'est pas plus admissible, peut-être, que celui des images verbales auditives, mais nullement qu'il n'existe pas *un centre*, celui de la zone de Wernicke, si l'on veut, qui reçoit et conserve les images représentatives des objets qui sont du domaine de la sensorialité visuelle. Quant au fait de la concomitance d'autres troubles avec ceux de la cécité verbale pure, il s'interprète sans peine, soit par cette raison que la lésion destructive a débordé sur les autres centres, soit, tout simplement, parce qu'il en est de ces centres d'images comme des centres sensoriels bruts : leurs limites ne sont pas tellement tranchées que certains éléments des uns ne se trouvent mêlés à quelques éléments des autres, sur les frontières de chaque centre.

Enfin, ceux qui n'ont pas la ressource de pouvoir se faire une opinion sur ce sujet par des recherches personnelles soit embryogéniques, soit anatomo-cliniques, doivent tenir en grande estime l'argument d'autorité. Et certes, l'autorité de P. Marie est grande, en l'espèce; son avis, d'ailleurs, est d'autant plus respectable, qu'il vient à l'appui d'idées encore plus radicales, émises avant lui et que d'autres, depuis, partagent.

Mais ces doctrines ont trouvé des contradicteurs dont il serait absolument injuste de négliger les affirmations. M. Grasset n'est pas le seul à avoir protesté, dès la première heure, contre le remaniement des loca-

lisations. L'année même (1906) où Marie publia ses travaux sur la « Revision de la question de l'aphasie », J. Dejerine et P. Ladame, puis Alb. Rovighi, G. Variot et Lecomte, prirent la défense de la doctrine classique. Chaque année, depuis lors, a apporté son contingent d'observations en faveur des idées localisatrices. M. Ferrand nous pardonnerait sans doute d'exprimer le regret de constater que son travail laisse complètement ignorer au lecteur ces recherches scientifiques favorables aux anciennes théories des centres : mais il fait mieux en nous permettant d'espérer que cette lacune sera prochainement comblée (1).

5° *Problèmes psycho-sensoriels connexes*

Nous avons laissé de côté, en parlant de la localisation cérébrale des fonctions psycho-sensorielles, certaines questions qui constituent cependant, pour la biologie comme pour la philosophie, des problèmes d'un très haut intérêt. Nous ne les traiterons pas ici, parce qu'ils ne rentrent pas directement dans notre sujet ; nous nous contenterons d'essayer d'en préciser les termes.

Il est sans doute inutile — du moins il devrait l'être — de faire remarquer, tout d'abord, qu'un certain nombre de données anatomiques et physiologiques élémentaires, sont absolument indispensables à qui aborde l'étude de pareils problèmes avec la prétention d'émettre à leur sujet un avis personnel qui ne soit pas par trop incompétent. Les facultés sensorielles, en effet, sont des facultés organiques ; leur fonctionnement

(1) « Nous n'avons pas l'intention de reproduire ici tous les travaux récents sur l'aphasie. Ceci sera fait ailleurs ». *Les localisations cérébrales*, p. 64. L'auteur fait sans doute allusion à son traité de l'*Aphasie* (in *Maladies du syst. nerv.*, de Debove, Archard et Castaigne), signalé sous presse en 1911, et qui n'a pas encore paru.

est donc subordonné, dans certaines limites, à des conditions d'ordre anatomique et physiologique. Ces conditions, en ce qu'elles ont d'essentiel, sont, à l'heure actuelle, suffisamment connues.

Ainsi, il est prouvé, comme nous l'avons établi, que les voies nerveuses sont des conducteurs psychiquement indifférents, et que les phénomènes auxquels elles participent en qualité de récepteurs et de transmetteurs, sont des phénomènes, ou de motricité, ou de sensorialité, ou d'élaboration glandulaire, etc..., selon les organes auxquels elles aboutissent : c'est donc dans ces organes que ces phénomènes s'accomplissent. Il en résulte que la sensation (le seul de ces phénomènes actuellement en cause) ne peut pas être un phénomène de conscience en relation *directe* avec la rupture d'équilibre moléculaire des neurofibrilles, produite par l'action de l'excitant dans les terminaisons périphériques du premier neurone de la voie centripète et propagée, de proche en proche, jusque dans les régions supérieures du névraxe. C'est hors de cette voie qu'il faut chercher le facteur physiologique *immédiat* du phénomène en question, et il ne peut être que dans les centres encéphaliques où la voie se termine et où sont localisés les groupes cellulaires différenciés en vue des différentes fonctions sensorielles spécifiques. La sensation, d'ailleurs, ne consiste pas davantage dans la conscience de l'état spécial anatomo-physiologique où l'ébranlement nerveux apporté par les voies corticipètes a mis les cellules (ou certaines des cellules) des groupes sensoriels cérébraux. L'acte de conscience qui termine tout le processus sensoriel n'est pas autre chose que la *résultante psychique* de cet état spécial lui-même, et c'est cet acte de conscience que nous traduisons par les mots, en eux-mêmes très vagues, de sensation de lumière, sensation de son, etc...

Donc, l'action directe ou indirecte de l'excitant sur

les terminaisons nerveuses de nos organes des sens, détermine dans tout l'appareil conducteur sensoriel un ébranlement qui produit, au bout de la voie, une modification des cellules corticales dans lesquelles il s'épuise (1). Cette modification conditionne à son tour un état conscient qui est la sensation proprement dite.

L'organisation et le fonctionnement de nos facultés psycho-sensorielles nous obligent à regarder comme radicalement fausse toute autre conception de la sensorialité.

Il se peut que cette manière de voir, que nous imposent les connaissances les plus élémentaires et les mieux établies de l'anatomie et de la physiologie nerveuses, soulève quelques difficultés relatives à la solution de divers problèmes critériologiques et psychologiques ; mais on conviendra, sans doute, qu'il est préférable, en face de difficultés de cette nature, et à supposer qu'elles soient insurmontables, de reconnaître l'impossibilité où nous sommes de tout expliquer, dans un ordre de faits où le mystère est d'ailleurs à la base de toutes nos investigations (2), que de paraître ignorer, ou de regarder comme non avenues, les notions biologiques les moins discutables.

Les problèmes les plus importants que posent ces notions, relativement aux phénomènes de sensorialité, sont celui de l'*extériorisation* de la cause de nos sensations, celui de la *localisation* de l'action de l'excitant, et celui de la *connaissance* de cet excitant.

(1) Cette modification varie certainement, en fonction soit de l'intensité de l'ébranlement qui la produit, soit d'autres caractéristiques pouvant affecter cet ébranlement, d'où la possibilité, dans une même sensation spécifique, de variétés qualitatives et de tonalités différentes.

(2) Ce mystère fondamental est celui-là même de l'union substantielle de l'âme, esprit, et du corps, matière, dans la constitution de nos facultés sensorielles, comme d'ailleurs dans la constitution de tout le reste de notre organisme vivant.

1. Nous extériorisons la cause de nos sensations, quand cette cause siège hors de l'organisme. C'est un fait. Mais la question se pose précisément, au sujet de ce fait, de savoir comment il est conciliable avec les notions biologiques de la sensorialité que nous avons exposées. Si la sensation est bien ce que nous avons dit : la résultante psychique consciente de l'état créé dans nos centres sensoriels par un ébranlement, venu normalement, de la périphérie de l'organisme, et si elle n'est vraiment que cela, comment pouvons-nous arriver à nous rendre compte que tous ses éléments ne sont pas endogènes, et que les processus sensoriels internes se rattachent, en qualité d'effets, à l'action d'un agent qui nous est extérieur ?

Nous pourrions répondre, imitant la réserve, qui n'est que prudente, de certains physiologistes : « l'extérioration de la sensation est un fait commun à tous les sens. Il est évident par lui-même ; il échappe à toute explication rationnelle véritablement satisfaisante » (1). Mais nous n'avons pas ici de réponse à fournir, notre but n'étant que de rappeler les termes du problème. Nous devons cependant faire remarquer que ce problème, ce n'est pas la doctrine des localisations cérébrales psycho-sensorielles qui le pose. Que l'état conscient spécial qui constitue la sensation s'établisse dans des centres déterminés de l'écorce cérébrale, ou qu'il s'établisse ailleurs, c'est toujours dans l'organisme que nous devons en chercher le siège. La faculté sensorielle, ne prend immédiatement conscience que de ce qui l'affecte, et il est évident qu'elle ne peut être affectée que là où elle est, c'est-à-dire dans l'organisme, et non au-dehors. En tout état de cause se pose donc la ques-

(1) Morat et Doyon : *Traité de Physiologie*, II, *Fonctions d'innervation*, p. 548.

tion de savoir comment nous concluons au dehors, de la seule conscience du dedans.

2. La connaissance du point d'application, sur l'organisme, de la cause extérieure dont l'action provoque tout le processus sensoriel, constitue un second problème.

Mais ce problème non plus, ce n'est pas la doctrine des localisations sensorielles qui l'a posé, et elle ne l'aggrave en aucune façon.

Constatons d'abord que la connaissance du point d'application de l'existant, c'est-à-dire de l'endroit précis où l'agent extérieur aborde l'organisme, n'est pas un fait de conscience. Rien ne m'avertit, dans la perception sonore, que les couches d'air en vibration ont exercé une poussée contre ma membrane tympanique ; rien, dans la perception visuelle, que l'éther hypothétique a modifié mes cellules rétiniennes, ou que le milieu aérien lumineux, quel qu'il soit, ait exercé sur ma cornée transparente une action quelconque ; rien, dans la perception gustative, que les particules sapides ont agi sur les cils de mes cellules neuro-épithéliales ; rien, dans la perception olfactive, que les corps odorants sont entrés en contact avec les terminaisons périphériques de mes éléments nerveux pituitaires.

Quelle que soit donc l'opinion que l'on tienne sur l'endroit de l'organisme où s'effectue l'acte sensoriel ultime d'audition, de vision, de gustation, d'olfaction, il faut admettre que la conscience ne nous dit rien sur le *point exact* d'application de l'excitant sensoriel (1) ;

(1) On peut même nier que la conscience nous renseigne *directement* sur la *région* de l'organisme où se trouve l'appareil sensoriel périphérique. Je sais, par exemple, que mes yeux interviennent dans le phénomène de la vision, mais cette connaissance ne m'est pas donnée immédiatement par la conscience, dans le phénomène de sensation visuelle ; elle me vient de cette constatation expérimentale que la sensation visuelle ne se produit pas quand je ferme les yeux.

par conséquent, en tout état de cause le problème de la détermination par voie indirecte du point initialement excité, doit se poser.

Mais s'il en est ainsi de toutes les fonctions dont nous venons de parler, en est-il de même de celle que nous avons laissée de côté, et pour laquelle il paraît évident que nous avons, dans l'acte sensoriel lui-même, une conscience immédiate de la localisation précise du phénomène d'excitation périphérique : la fonction du tact ?..

Il faut observer, en premier lieu, que cette perception directe, réelle ou apparente, ne constituerait pas une difficulté pour ceux-là seuls qui soutiennent que la sensation proprement dite s'effectue dans les centres encéphaliques. Tous ceux qui se refusent à placer l'exercice des facultés sensorielles hors des appareils nerveux, devraient expliquer comment il se fait que dans la sensation de tact, et sur les données mêmes de la conscience sensorielle, on localise le phénomène de contact de l'agent en des points de la surface cutanée que précisément les appareils nerveux du tact n'atteignent pas.

Sans doute, ceux qui font du point même d'application de l'excitant, le siège de la sensation, échappent à la difficulté présente, mais avec le désavantage de ne pouvoir soutenir que comme probable, philosophiquement, une opinion qui, biologiquement, est incontestablement fausse.

Nous n'avons pas établi la réalité des localisations cérébrales psycho-sensorielles par des arguments de conscience directe. Nous n'avons pas dit, par exemple : la conscience nous témoigne que c'est dans la région du sillon pariéto-occipital et de la scissure calcarine que s'opère l'acte dernier de la vision ; par suite, la sensation visuelle est localisée, cérébralement, dans le cunéus et la circonvolution linguale. Et nous ne l'avons pas dit, parce que la conscience est absolument muette à ce

sujet. Elle l'est tout autant sur le siège des sensations auditives, gustatives et olfactives. Or, on n'a aucune raison péremptoire de croire que le tact seul fait exception et que, quand il s'agit de lui, la conscience nous renseigne *directement* et sur le siège de la sensation et sur le point d'application de l'agent, siège de sensation et point d'application qui, d'ailleurs, se confondraient. Cela semblerait d'autant plus étrange, que l'appareil nerveux de la sensorialité tactile se présente, anatomiquement et physiologiquement, avec les mêmes caractéristiques que les appareils nerveux des autres facultés sensorielles, et que les raisons que nous avons données pour établir que celles-ci étaient localisées cérébralement, s'appliquent à elle tout aussi bien qu'aux autres.

On ne sortirait d'ailleurs d'une difficulté que pour tomber dans une autre, beaucoup moins facilement résoluble. Il est impossible de comprendre, en effet, si la localisation du tact est un fait de conscience immédiat, posé là même où la cause exogène entre en relation avec l'organisme, comment nous pouvons localiser l'action de cette cause ailleurs qu'en son point réel d'application. Or les erreurs de localisation sont un fait d'expérience banal. Le cas des amputés chez qui persistent, parfois pendant des années, la sensation de la présence, au bout du moignon, du membre enlevé, la localisation sur ce membre fantôme des excitations de tact et de température portées sur la cicatrice, la disparition de tous les phénomènes sensoriels localisés sur le membre absent, à la suite de l'anesthésie du bout cicatriciel, et leur réapparition au retour de la sensibilité dans la région anesthésiée, — ce cas a surtout attiré l'attention en raison de son étrangeté, mais il n'est pas le seul. Il faudrait citer ici tous les faits d'*allochirie* (ou d'*allesthésie*, dans un sens plus général, embrassant tous les cas de cette nature). Il s'agit là, sans doute, de phénomènes à base pathologique, mais cette circon-

stance est négligeable, en l'espèce, puisque les allesthésies sont des troubles sensoriels soit de *transmission*, soit de *réception ;* or l'allesthésie de transmission relève d'une lésion médullaire, et l'allesthésie de réception d'une lésion cérébrale ; dans les deux cas, par conséquent, le point d'application périphérique est normal, et si ce point est le siège de la sensation, l'erreur allesthésique est absolument incompréhensible. Il n'est pas nécessaire, d'ailleurs, de faire appel, sur ce point, à des données cliniques. L'homme le plus sain peut se rendre compte qu'il localise, sans aucune hésitation, en des points où ne s'accomplit assurément pas son acte sensoriel : à la périphérie des dents, au bout des ongles, à l'extrémité d'un bâton qu'il tient en main ; qu'il peut se procurer le plus facilement du monde des illusions de localisation, et que sa faculté localisatrice est d'ailleurs, à tout âge, susceptible d'éducation.

3. Enfin, à tous ces problèmes, s'ajoute celui de la connaissance de la cause sensorielle externe.

Si la sensation n'est pas autre chose que l'état conscient, l'impression qui résulte de la modification produite dans certaines de mes cellules corticales, quelle connaissance cet état subjectif peut-il me donner de la cause dont l'action initiale, à la périphérie, a été le déterminant éloigné des modifications encéphaliques et de l'impression qui s'en est suivie ?...

Ici encore, il convient de faire remarquer que la doctrine des localisations cérébrales psycho-sensorielles n'a pas créé le problème. Supposons que la sensation s'accomplisse dans l'organe périphérique, la difficulté ne sera point pour cela diminuée. Que me dit mon œil sur la nature de la lumière?... Que me disent mes cellules du ganglion spiral sur la nature du son, et celles du ganglion géniculé et du ganglion d'Andersch sur la nature du goût, et celles de la muqueuse olfactive sur

la nature des odeurs, et celles des ganglions cérébraux-spinaux, sur la nature du tact et de la température?...

Telle est la constitution de nos voies sensorielles, que tout excitant qui aborde notre système nerveux doit réduire son action à n'être qu'un ébranlement massif ou moléculaire, soit du conducteur centripète, dans le fonctionnement normal, soit directement des cellules corticales, dans le fonctionnement pathologique ou expérimental. Lors même que nous pourrions percevoir cet ébranlement, il ne nous donnerait sans doute sur la nature de la cause, qui l'a produit, que des notions très inadéquates; mais il échappe lui-même à notre conscience, si bien que pour juger de l'objet propre d'une faculté sensorielle, à l'aide de cette seule faculté, nous n'avons d'autre fondement que la perception d'une résultante bien lointaine de son action première sur notre organisme. C'est peu, et l'on conçoit, dans ces conditions, qu'à tenter, par exemple, d'expliquer la nature objective de la couleur en s'enfermant dans les seules données de conscience de la faculté visuelle, on aboutirait presque fatalement à des conclusions fort singulières.

Localisations psycho-physiologiques

Il faut entendre, par localisations cérébrales psycho-physiologiques, l'existence, dans le cerveau, de centres spéciaux, dont l'activité peut se traduire, sous l'influence de divers états psychiques, par des phénomènes de vie organique, intéressant toutes les grandes fonctions : fonctions de respiration, fonctions de circulation, fonctions digestives, fonctions génésiques, fonctions d'accommodation, fonctions de défense, fonctions d'élimination.

Pour comprendre comment l'exercice des facultés

intellectuelles, ou une représentation mentale quelconque d'ordre émotif, peut provoquer des phénomènes purement physiologiques, il faut se rappeler qu'à tous les niveaux du névraxe, les voies afférentes périphériques abandonnent des ramifications qui s'articulent avec les prolongements cellulipètes des neurones efférents chargés de présider aux diverses fonctions de la vie réflexe. Or, ce dispositif existe jusque dans les centres sensoriels cérébraux. On conçoit donc qu'une opération psychique entraînant l'activité de ces régions, soit de nature à déterminer dans les voies de projection qui en partent, l'ébranlement excitateur des divers centres réflexes cérébro-spinaux. Nous ne voyons, d'ailleurs, a priori, aucune impossibilité à ce qu'il existe, en plus des zones cérébrales sensorielles spécifiques, des régions de l'écorce, ou des centres sous-corticaux, où se trouveraient des groupes cellulaires psychiquement excitables, comme les groupes moteurs cérébraux, et en relation, par leur prolongement cellulifuge, avec les régions sous-jacentes, d'où partent les voies périphériques qui se rendent aux organes de la vie physiologique.

C'est à l'expérimentation à déterminer si de pareilles régions existent. Les recherches entreprises dans ce sens n'ont encore permis d'identifier que quelques centres cérébraux psycho-physiologiques; mais, si modeste que soient ces résultats, ils suffisent du moins à consacrer le principe des localisations dont nous parlons.

III

Le principe de la localisation, dans des centres cérébraux spéciaux, des images représentatives des divers objets dont nous avons pris connaissance par l'intermédiaire de nos organes sensoriels, n'est donc pas en

opposition avec les doctrines de la philosophie spiritualiste, et tout savant catholique peut se livrer à l'étude des questions qui se rattachent à cet ordre d'idées, avec une entière liberté d'esprit, convaincu que sa foi n'est nullement en péril, quelle que soit sur ce point la réponse de la science. Cette réponse elle-même laisse d'ailleurs encore le champ libre à ses investigations. Les phénomènes dont il s'agit, parce qu'ils sont des phénomènes essentiellement et directement organiques, supposent nécessairement l'existence dans le cerveau d'éléments anatomiques appropriés; mais faut-il localiser ces éléments par catégories sensorielles, dans des territoires spéciaux de la zone de Wernicke, ou doit-on les supposer dans ce vaste centre, épars et entremêlés, sans aucune indication de groupement fonctionnel quelconque ?... La cérébrologie nous le dira peut-être quelque jour.

En tous cas, la zone de Wernicke ne sera jamais un *centre intellectuel*, au sens strict du mot. Peut-on cependant donner à cette expression de centre intellectuel un sens acceptable ?... Y a-t-il une façon de concevoir les opérations supérieures de l'âme, qui permette de parler de la *localisation de l'intelligence ?...*

Il est évident, tout d'abord, que ces *manières de parler* ne peuvent être utilisées que sous bénéfice de réserves qui en précisent la portée.

Nous avons parlé jusqu'ici d'opérations qui se présentent avec des caractères qui en font intrinsèquement et directement des fonctions du composé, et établissent ainsi une différence essentielle et irréductible entre nos opérations physico-chimiques, physiologiques, psychomotrices, psycho-sensorielles ou psycho-physiologiques, et nos opérations d'ordre intellectuel. Ces dernières, dans l'état présent d'union de l'âme et du corps, requièrent, il est vrai, comme les autres, l'activité de l'organisme, mais non pas au même titre. Cette activité

n'est nécessaire à leur production que comme condition préalable, ce que nous exprimons en disant que le fonctionnement intellectuel exige *indirectement* le fonctionnement organique.

Un exemple nous permettra de préciser encore davantage cette distinction radicale entre nos deux ordres de fonctions psychiques.

Je veux déterminer directement la contraction volontaire de quelqu'un de mes muscles. Pour poser cet acte, je dois nécessairement mettre à contribution l'activité d'un certain nombre de cellules, mais non pas dans les mêmes conditions pour chacune des phases de ce phénomène à la fois psychique, psycho-moteur et physiologique.

Considérons la dernière de ces phases : la contraction myofibrillaire. Ma volonté n'a rien à voir à la production *directe* de cet acte qui, considéré non pas dans les antécédents plus ou moins éloignés qui l'ont déterminé, mais *en lui-même* et *immédiatement*, résulte de la mise en jeu d'une propriété spéciale à l'élément myofibrillaire, et, par le fait, relève de la physiologie pure. La volonté n'intervient qu'*indirectement* dans la phase de contraction prise isolément. Cette intervention consiste dans la détermination, dans l'écorce cérébrale, de l'ébranlement nerveux qui, lui, est destiné à produire dans la fibre musculaire une incitation à caractère tout particulier, d'où résultera (autant que nos moyens d'observation nous permettent de regarder cette incitation comme le phénomène dernier qui précède immédiatement la contraction) le passage à l'acte de la contractilité inhérente à certains des éléments constitutifs de la fibre.

Quant au phénomène psycho-moteur, il consiste dans l'action que la volonté exerce dans le cerveau sur les éléments nerveux qui sont le point de départ de la voie cortico-musculaire. La nature intime de cette action ne

nous est pas connue, mais nous savons du moins qu'elle requiert essentiellement et immédiatement, pour se produire, la coopération d'un organe : elle est à la fois une fonction de la volonté et une fonction de l'élément nerveux, par conséquent une fonction mixte, physiologique et psychique. Ce qui met en évidence le caractère intrinsèquement organique de cette excitation cérébrale motrice, et prouve bien que l'action de la volonté n'intervient pas comme seul déterminant essentiel et immédiat du phénomène, c'est que celui-ci peut être produit sans participation de la volonté, pourvu que l'on procure à l'organisme, par une autre voie (par exemple, par voie électrique), l'adjuvant dont il a besoin pour entrer en ébranlement.

Mais si ma volonté a besoin d'une ou de plusieurs cellules sur lesquelles elle agisse, *directement*, pour poser l'acte qui se résoudra, à l'autre bout de la voie nerveuse, en contraction musculaire, elle n'a pas besoin, *directement*, de cellules, pour *se déterminer* à poser cet acte, car la volition n'est pas une opération intrinsèquement et immédiatement organique. Il existe dans le cerveau des éléments nerveux qu'on a pu appeler *cellules motrices ;* il n'y en a pas qu'on puisse appeler *cellules volitives*.

Cependant, si ma volonté, pour se déterminer à poser l'excitation qui a abouti à la contraction de mon muscle, n'a pas eu un besoin immédiat et direct d'éléments nerveux cérébraux, ceux-ci ont dû pourtant intervenir dans son acte de détermination, d'une façon plus ou moins lointaine et détournée, mais réelle et absolument nécessaire. Toute détermination libre, en effet, suppose l'exercice de l'intelligence. Or, celle-ci est bien, comme la volonté, une faculté supra-sensorielle, mais cela ne veut pas dire qu'elle soit en toute façon indépendante de la sensorialité. Elle est la faculté de percevoir des rapports, et cette *aperception* est sans

doute une fonction extra-cellulaire, mais les termes eux-mêmes des rapports sont une donnée sensorielle ; l'intelligence est la faculté d'abstraire et de généraliser, et ce n'est certainement pas *dans* une cellule qu'elle abstrait et généralise mais c'est pourtant en travaillant sur des matériaux que des cellules lui ont fournis, qu'elle dégage, du concret et du particulier ses idées abstraites et générales.

C'est de cette façon que nous pouvons concevoir l'activité organique comme essentielle à l'exercice de nos facultés strictement psychiques.

Mais dans quel endroit de l'organisme ces facultés posent-elles leurs actes spéciaux ?... Quand nous avons parlé des fonctions intrinsèquement liées à l'organisme, nous avons dû affirmer qu'elles s'exerçaient là où se trouvaient leurs organes ; mais cette relation intrinsèque n'existe pas pour les facultés strictement psychiques. Toute la collaboration que l'intelligence demande à l'organe, c'est de lui fournir le matériel expérimental ; elle ne lui permet pas de s'immiscer dans l'acte intellectuel propre.

Sans doute, il est des gens à qui il paraîtra toujours un peu étrange d'entendre dire que leur âme raisonne dans leur pied, tout autant et tout aussi bien que dans leur cerveau, qu'elle raisonne d'ailleurs partout dans le corps, puisqu'elle y est partout ; mais il faut bien qu'ils se fassent à un pareil langage. Toutefois on ne voit pas trop au nom de quel principe on pourrait incriminer leur orthodoxie spiritualiste, au cas où il leur prendrait fantaisie de profiter de la liberté que semble leur laisser saint Thomas, dans le texte que nous avons déjà cité, où le saint docteur dit que si l'âme est partout d'une totalité d'essence et de perfection, elle n'est pourtant pas partout d'une totalité de vertu, c'est-à-dire de fonctionnement. Pour eux, l'âme exercerait, sans participation intrinsèque et directe de l'organisme, son

acte psychique, dans les centres mêmes où les cellules sensorielles lui apportent la matière première de ses concepts intellectuels. Et de même, quand l'âme veut agir à son tour sur l'organisme, par exemple pour provoquer des excitations psycho-motrices, ce serait dans les centres mêmes où se trouvent les cellules sur lesquelles doit porter immédiatement son action, qu'elle *se déterminerait* à la poser, du reste en pleine indépendance intrinsèque et directe de l'organisme.

Si les choses pouvaient s'entendre ainsi, on voit combien nous serions éloignés de la disparition des localisations, et sans rien sacrifier d'ailleurs ni de nos principes spiritualistes, ni de celles de nos doctrines philosophiques que ces principes nous imposent. Principes et doctrines ne seraient en péril que le jour où il serait question, soit de chasser l'âme de l'organisme, soit de faire de son activité intellectuelle et volontaire une simple modalité de l'activité nerveuse. Et telles sont bien, sans doute, les idées de la plupart de nos cliniciens modernes. Quand on les entend poser une question comme celle-ci : « Le jour est-il déjà venu où l'on peut se demander s'il y a une *localisation* de l'intelligence ? » (1), il n'est pas téméraire de penser que la *localisation* dont il s'agit doit être prise dans le sens du plus pur matérialisme, avec nécessité, pour les facultés supérieures, d'organes bien à part où elles puissent raisonner et vouloir : « l'intelligence, disons mieux, le trésor des idées, doit être cherché dans toutes les parties de l'écorce, ou plutôt dans toutes les parties du cerveau. Mais je soutiens que la pensée abstraite exige nécessairement des organes particuliers, et ces organes je les cherche dans le cerveau frontal » (Hitzig) (2).

Mais un péril tout aussi grave ne se cache-t-il pas

(1) Bouchard-Brissaud, *Traité de Médecine*, t. IX, p. 31 (2e édition, 1904).
(2) *Ibid.*, p. 33.

sous l'exagération des idées anti-localisatrices ?... On n'en saurait douter, quand on entend Bergson, par exemple, cité par Ferrand (1), formuler cette étrange et sommaire condamnation : « L'idée que le corps conserve des souvenirs sous forme de dispositifs cérébraux, que les pertes et les diminutions de la mémoire consistent dans la destruction plus ou moins complète de ces mécanismes, l'exaltation de la mémoire et l'hallucination au contraire dans une exagération de leur activité, n'est donc confirmée ni par le raisonnement, ni par les faits ». Ce jugement est radicalement faux. Le « raisonnement » et les « faits » établissent que « le corps » est le siège de fonctions intrinsèquement inorganiques et de fonctions intrinsèquement organiques ; que celles-ci comprennent, avec des processus purement physico-chimiques et physiologiques, des processus psycho-moteurs, psycho-sensoriels et psycho-physiologiques ; que les processus psycho-sensoriels et psycho-physiologiques se subdivisent en phénomènes provoqués par la présence même de l'objet, et en phénomènes dont il faut chercher la cause, en l'absence de l'objet, dans le souvenir qui en persiste dans nos organes sous forme d'images sensorielles. Par suite, une lésion des organes doit déterminer un trouble des fonctions, et les faits démontrent qu'il en est ainsi. La science sérieuse, pas plus que la saine philosophie n'a donc, sur ce point, rien à gagner à trop s'inspirer des théories bergsoniennes. Et quant à l'apologétique, si le désir lui vient de prendre part à la discussion, ce qu'elle a de mieux à faire, c'est de se borner à démontrer que les localisations cérébrales, telles que la science les admettait avant la controverse actuelle, exception faite de la localisation intrinsèquement organique des facultés

(1) *Les localisations cérébrales*, p. 76.

supérieures, dont l'existence n'a jamais été démontrée, ne se prêtent en aucune façon aux conclusions anti-spiritualistes que certains veulent en tirer. Elle aura établi ainsi une fois de plus que tenter d'opposer la science à la foi, c'est faire œuvre absolument vaine.

L. Boule, S. J.

LE R. P. JOSEPH VAN DEN GHEYN

Le R. P. J. Van den Gheyn, S. J., pieusement décédé à Bruxelles le 29 janvier dernier, était l'un des plus anciens membres de la Société scientifique. S'il n'appartient pas au petit groupe des ouvriers de la première heure, il fut l'un des plus actifs et des plus méritants parmi les collaborateurs qui apportèrent leur généreux concours à la Revue des Questions scientifiques encore à ses débuts. Il aida fort heureusement à lui créer une partie des amitiés qu'elle a conquises et conservées.

Né à Gand le 25 mai 1854, entré dans la Compagnie de Jésus le 27 septembre 1871 après de fortes études, Joseph Van den Gheyn ne tarda pas à s'y distinguer autant par la souple facilité de son talent que par son allègre application au travail. Aux riches qualités de son esprit, il joignait une ardeur entreprenante et confiante, qui le poussait à s'attaquer joyeusement aux tâches les plus ardues et, pour son bonheur, le préservait d'en mesurer d'abord l'immensité désespérante. Son esprit ingénieux et prompt se portait avec assurance sur les objets les plus divers et de tous il retenait, peu ou beaucoup, suivant les cas, avec une étonnante faculté d'assimilation. Tout ce qu'il recueillait ainsi au passage ou butinait le long du chemin s'agençait, comme de soi-même, dans sa mémoire et y devenait la première assise d'une étude qu'il saurait, le moment venu, compléter méthodiquement. Remarquablement organisé pour apprendre, il s'entendait mieux encore à tirer parti de ses connaissances variées et les faisait

valoir par un talent d'exposition abondant et fluide qui jamais ne trahissait le moindre effort. Sa plume se jouait à l'aise dans les sujets les plus arides ; il se sentait la vocation de s'en servir et, plutôt que de laisser passer l'heure de faire ce difficile apprentissage, il préféra la devancer. Pour juger ses premiers essais, il faut se rappeler qu'il les entreprit, le plus souvent, sans autre maître que lui-même, sans autre loisir que les heures courtes et rares qu'il sut épargner au cours de ses études régulières et durant les cinq années qu'il passa dans l'enseignement des humanités classiques à Turnhout d'abord, puis à Anvers et enfin au collège Saint-Michel à Bruxelles.

Sa curiosité qui se répandait sur beaucoup de questions, revenait toujours avec une prédilection marquée vers les lointains mystérieux où se cache la préhistoire des races et des langues. Ethnographie, géographie ancienne, linguistique, grammaire et mythologie comparées, folk-lore des peuples primitifs, philologie indienne et iranienne, le jeune érudit essayait de tout et ne s'effrayait de rien. Plusieurs de ces sciences, aujourd'hui en possession de leur méthode, la cherchaient encore en ce temps-là. Elles se risquaient volontiers à construire de vastes synthèses et à compléter, par des inductions hardies, leurs observations à peine ébauchées. Ces fragiles systèmes avaient au moins le mérite de poser devant les esprits, sous une forme saisissante, des problèmes qu'ils avaient l'ambition de résoudre et de forcer le regard à mesurer les espaces inexplorés par delà lesquels ils se dressaient. Mais à tout cela, se mêlait fort innocemment une certaine part de trompe-l'œil. D'illustres maîtres avaient payé tribut à ces confiantes illusions et leurs disciples s'enhardissaient à leur exemple. A la condition de reposer sur des informations consciencieuses, toutes les hypothèses avaient alors le

champ libre. Il n'en manque pas, et d'assez audacieuses, dans les premiers articles du P. Van den Gheyn. Ces articles publiés à partir de 1878 dans différentes revues de Belgique et de l'étranger, furent en 1885 réunis par leur auteur en un volume intitulé : *Essais de mythologie et de philologie comparées* (in-8°, XIV-421 pp., Bruxelles-Gand). Bien qu'ils aient abouti, en somme, à peu de résultats définitifs, il est impossible de ne pas admirer l'érudition étendue et toute personnelle dont ils témoignent. C'est à ce titre surtout que ces œuvres de jeunesse méritaient d'être rappelées ici avec honneur.

Durant son séjour au collège de Bruxelles en 1882-1883, le P. Van den Gheyn avait été distingué par le P. Carbonnelle, qui devina en lui un collaborateur précieux. Dès cette date, il commença à prendre une part active aux travaux de la Société scientifique. Il donna, à la Revue et aux Annales, une suite variée de notes et de mémoires développés, dont quelques-uns furent remarqués. La Revue des Questions scientifiques garda toujours un rang privilégié dans la nombreuse série des publications périodiques et des recueils savants qui se disputèrent la collaboration du P. Van den Gheyn. Même après que de nouveaux devoirs l'eurent orienté dans une autre direction, il ne cessa jamais de lui marquer ses actives sympathies. Elle lui servait d'organe, quand, par intervalles, il revenait aux études de sa jeunesse. Outre de fréquentes contributions à la partie bibliographique, il demeura le rédacteur ordinaire du bulletin d'anthropologie. Il reprit cette charge avec une persévérance fidèle, après plusieurs interruptions forcées. Ce n'est qu'en l'année 1911 que les initiales J. G. disparaissent de la place qu'elles avaient honorablement tenue durant si longtemps.

L'année 1888 marqua un tournant dans la carrière du P. Van den Gheyn. Il avait alors 34 ans, il se

trouvait au terme de la lente formation prescrite par les règles de son ordre et tout semblait le destiner à poursuivre les études spéciales vers lesquelles son premier instinct l'avait porté. D'autres nécessités prévalurent et le P. Van den Gheyn fut attaché à l'œuvre des Bollandistes.

Les circonstances voulurent que, dans ces nouvelles fonctions encore, il débutât par une digression. A Paris, où ses travaux l'appelèrent d'abord, sa trop grande complaisance l'amena à se charger d'un cours de sanscrit aux Facultés catholiques. Cet enseignement, qu'il soutint durant deux années, greva plus lourdement qu'il ne l'avait prévu ses débuts d'hagiographe. Peut-être dans la suite eut-il quelque regret de ces heures dérobées aux lentes recherches, où sa rare faculté d'improvisation ne pouvait lui tenir lieu de préparation technique. Dans les études strictement exactes et positives où il venait à peine d'entrer, la promptitude élastique de son talent et sa dextérité de metteur en œuvre n'avaient plus leur jeu complètement libre. Il ne s'aperçut pas dès le principe que les délicates opérations de la critique hagiographique auraient exigé, même de lui, une activité plus concentrée. La sienne aimait à se répandre, habituée qu'elle était à rencontrer du premier coup sa meilleure inspiration. Les nombreuses contributions du P. Van den Gheyn aux ANALECTA BOLLANDIANA et au t. II des *Acta Sanctorum novembris* portent, un peu trop peut-être, la marque de son heureuse et abondante facilité.

Un changement imprévu de situation vint tout à coup les ralentir, puis les interrompre. En 1897, il fut sollicité d'accepter le poste de conservateur des manuscrits à la Bibliothèque Royale de Belgique. Cette proposition fut appuyée de hautes et pressantes instances, devant lesquelles il ne lui resta plus qu'à s'incliner. Il comptait

bien d'ailleurs que ces nouvelles fonctions ne l'empêcheraient pas de continuer sa collaboration aux *Acta Sanctorum*. En fait, elles lui prirent une part de plus en plus large de son travail et de son temps et l'engagèrent dans d'autres occupations accessoires qui achevèrent de l'absorber. Lorsque, en 1905, les Bollandistes émigrèrent vers leur nouvel établissement au Boulevard Militaire, le P. Van den Gheyn se trouva dans l'impossibilité de les accompagner et se sépara définitivement de ses anciens collègues.

Entré, par un détour assez inattendu, dans la carrière administrative, le P. Van den Gheyn ne tarda pas à y faire preuve d'initiative intelligente. Quatre ans à peine après qu'il eut pris possession de son département, il était déjà en voie de combler une lacune dont tous les travailleurs se plaignaient en vain depuis plus de cinquante ans. Le premier volume du *Catalogue des manuscrits de la Bibliothèque Royale*, œuvre du nouveau conservateur, parut en 1901. Sept autres volumes s'échelonnèrent au cours des années suivantes, avec une certaine hâte, amplement justifiée par l'évidente nécessité à laquelle ils répondaient. Le tome IX, rédigé en collaboration avec M. Eugène Bacha, fut publié en 1909, quand déjà le P. Van den Gheyn avait ressenti les premières atteintes du mal qui devait l'emporter. Cette œuvre considérable assurerait à elle seule la réputation de son auteur. Il suffit de comparer quelques articles du nouveau catalogue aux sèches et courtes notices de l'ancien répertoire, pour mesurer le progrès qui se trouvait réalisé d'un seul coup. Mais après l'avoir mesuré, on reste encore loin de savoir au prix de quel labeur il a pu être effectué en si peu de temps. Il n'y fallait rien moins que l'érudition universelle et la merveilleuse rapidité d'information du P. Van den Gheyn. Et peut-être le P. Van den Gheyn lui-même eût-il reculé devant la difficulté de la tâche,

s'il avait caressé l'ambition de faire, sur tous les points, œuvre définitive. Mais il se disait avec raison que le premier mérite d'un instrument de recherches c'est d'exister et de mettre à la portée des travailleurs, sinon le dernier mot de la science, du moins les éléments nécessaires à une première orientation. Grâce au P. Van den Gheyn, neuf volumes du catalogue des manuscrits existent, et, pour de longues générations sans doute, ils attireront sur leur auteur la reconnaissance des érudits de Belgique et de l'étranger.

Ce grand ouvrage est loin d'être le seul que le P. Van den Gheyn trouva le temps d'entreprendre dans l'intervalle de ses fonctions administratives. Il concevait une bibliothèque non point comme un simple dépôt de documents et de livres, mais comme un centre actif de recherches et d'études scientifiques. Lorsque fut fondée, en 1903, la Revue des bibliothèques et archives de Belgique, le P. Van den Gheyn fut un des premiers à lui assurer le concours de sa haute compétence. En son nom personnel, il édita une assez longue série de publications, toutes destinées à mieux faire connaître et apprécier les richesses du dépôt dont il avait la garde. Tel son *Album Belge de paléographie* (in-fol., Bruxelles, 1908) et toute une série de reproductions de miniatures, qu'il choisit et publia avec un goût supérieur.

Si honorable que fût la réputation que le P. Van den Gheyn s'était acquise par ses doctes ouvrages, il sut la rehausser par un mérite encore plus enviable. Celui qui aurait dressé la liste complète de ces ouvrages et recueilli les approbations flatteuses dont ils furent salués, ne montrerait pas sous son meilleur jour la physionomie de leur auteur. Cet érudit si enfoncé dans les livres, était aussi et peut-être avant tout un homme d'action entreprenant, énergique, expéditif et pondéré, d'un jugement droit et surtout d'une obligeance infinie.

Dans les congrès des savants catholiques, dans les œuvres de vulgarisation ou de propagande, dans les nombreux comités spéciaux où ses conseils étaient recherchés, à la Société scientifique où il fut à plusieurs reprises président ou vice-président de section, ses sages conseils et son talent d'organisateur exercèrent souvent une influence aussi utile qu'elle était discrète. Sa parole, qui n'avait pas toute l'élégance ni toute l'agilité de sa plume, se faisait pourtant écouter et ses discours allaient posément à leur but. Il rachetait par l'extrême aménité de ses rapports et une tolérance exempte de toute rancune le pli un peu trop assuré et le tour légèrement avantageux de son esprit. La confiance allait à lui naturellement, et chez tous ceux qui l'ont connu de près, la haute idée qu'ils avaient de son talent se nuançait d'affection, de respect ou de reconnaissance.

Il en eut la preuve, aussi décisive qu'il la pouvait souhaiter, lorsque, en 1909, il fut nommé conservateur en chef de la Bibliothèque Royale, dans des conditions qui furent unanimement jugées inférieures à ses brillants états de service. Ses nombreux amis et même des partisans qu'il ne se connaissait pas, prirent fait et cause pour lui avec éclat. On vit alors se produire, en sa faveur, une manifestation de sympathie d'autant plus imposante que toutes les diverses fractions de l'opinion publique, alliées et ennemies, s'y trouvaient confondues ou plutôt réunies dans un même hommage d'estime personnelle et de solidarité scientifique.

Avant de clore cette rapide esquisse, il resterait à dire un mot du prêtre zélé, qui, chez le P. Van den Gheyn, ne se laissa jamais absorber par le savant. Mais ici c'est une biographie complète qu'il faudrait recommencer. Nous n'en citerons qu'un seul trait. Dans une modeste rue, voisine du collège Saint-Michel, se cache, c'est bien le mot, un refuge ouvert aux

jeunes filles préservées ou retirées du vice. Ce qu'une telle œuvre exige d'abnégation, de prudence et de délicatesse, on le conçoit mieux qu'on ne comprend la charité qui s'y dévoue. Le P. Van den Gheyn eut cette charité. Vingt-trois ans, jour par jour, il fut porter à cet asile le secours de son ministère et de ses sages conseils. Il s'y traînait encore au prix d'un effort surhumain, quand la maladie l'avait déjà presque totalement paralysé. Cette longue fidélité à un devoir épineux et obscur, où il dépensa sans compter son temps, sa sollicitude et sa peine, achève de peindre l'homme généreux et bon, chez qui l'érudition et le savoir demeurèrent toujours subordonnés à une fin plus haute.

Sa vie s'est achevée trop tôt, mais elle fut tout entière utile et ne connut ni le repos ni les jours sans emploi. Frappé à mort et déjà perclus de tous ses membres, le P. Van den Gheyn semblait retrouver le mouvement pour gagner, à pas chancelants et douloureux, son bureau à la Bibliothèque. Ce trajet qu'il faisait journellement au péril de sa vie, ne tarda pas à lui devenir impossible. Alors, il se fit conduire à son poste, en attendant qu'il fallût l'y porter. Lorsque, vaincu enfin par le mal, il renonça à lutter contre l'impuissance qui l'envahissait, il avait outrepassé depuis longtemps toutes les ressources de son énergie et toutes les bornes de la prudence. Au début de cette année, il résigna ses fonctions; il sembla perdre, en les quittant, le vague espoir de guérison qui l'avait soutenu jusque-là. Sa pensée demeurée nette et lucide ajoutait au tourment de cette inaction qu'il savait être désormais sans remède. Dieu le préserva d'en souffrir plus longtemps. Le P. Van den Gheyn vit approcher la mort, s'y prépara avec une résignation sereine et l'accepta comme une délivrance.

Que son âme repose en paix.

P. Peeters, S. J.

LA
RÉORGANISATION MILITAIRE
DE LA BELGIQUE (1)

(suite)

Parmi les causes qui influent sur l'instrument de guerre d'un pays, les professeurs de stratégie ont l'habitude de citer les facteurs moraux et les facteurs matériels ; ces derniers sont : le commandement, le nombre, l'instruction technique, l'armement et le matériel de guerre.

Il nous paraît plus avantageux d'examiner les mesures de réorganisation de l'armée belge en ordonnant notre étude d'après ces divisions théoriques qu'en suivant l'ordre chronologique des décisions ministérielles.

Les facteurs moraux, auxquels Napoléon Ier accordait une si grande importance, sont fortement influencés par les facteurs matériels. Le nombre, la supériorité du matériel et de l'armement, l'instruction développée sont autant d'éléments qui relèvent le moral d'une troupe et lui font mener la guerre avec plus d'énergie. L'enthousiasme patriotique et la con-

(1) Nous avons puisé de nombreux renseignements pour cette étude dans la revue belge, le BULLETIN DE LA PRESSE ET DE LA BIBLIOGRAPHIE MILITAIRES. Le caractère anonyme des articles de cette revue ne nous permettra pas de citer les auteurs.

fiance dans les chefs sont d'autres leviers puissants, qui renversent les obstacles et dégagent la victoire.

A. *Le commandement*

« Les enseignements de la guerre montrent que ce sont, avant tout, les qualités intellectuelles et morales des grands généraux, qui leur ont donné la victoire. Leur hardiesse, leur décision, leur audace, leur ténacité ont usé la capacité d'action de leurs adversaires, et obtenu, de leurs propres troupes, un rendement remarquable » (1).

L'influence des chefs subalternes n'est pas moindre à la guerre ; n'a-t-on pas écrit que la campagne de 1866 avait été celle des commandants de compagnie prussiens? Il importe que les organisateurs d'une armée se préoccupent des règles d'avancement du corps des officiers, de manière à favoriser les sujets de valeur sans froisser les intérêts légitimes de l'ensemble de la corporation.

Le *Rapport au Roi*, dont nous avons reproduit la plus grande partie, faisait prévoir une modification prochaine des principes, qui, jusqu'à ce jour, régissaient en Belgique l'avancement des officiers.

Un projet de règlement sur les *Inspections*, daté du 20 décembre 1912, et appliqué, une première fois, le 27 du même mois, aux nominations et promotions de fin d'année souleva, on se le rappelle, dans le monde des intéressés, une très grosse émotion, qui eut un écho à la Chambre. Il est difficile de traiter la question avec compétence et une absolue impartialité : un militaire est intéressé à la solution adoptée : il est juge et partie : un civil est indépendant, mais n'est pas en

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, Paris, Berger-Levrault, 1912, 1r fasc., p. 4.

possession de tous les éléments du problème, parce qu'il ne *sent* pas comme l'officier. Nous n'avons cependant pas le droit d'éluder cette partie de notre sujet.

Quelle que soit la manière de voir de chacun, comme l'a très bien dit M. de Broqueville à la Chambre, on ne trouve plus personne qui soutienne sérieusement que les règles de l'avancement doivent se borner au respect de l'ancienneté.

Les officiers n'ont pas tous une même origine : les uns ont été formés à l'école militaire et ils y ont reçu une forte instruction ; les autres sont issus des cadres et se ressentent, généralement, du manque de professeurs d'élite. Par la suite il arrive nécessairement qu'une partie travaille à se perfectionner, tandis que l'autre se contente d'assurer le service journalier. Il en résulte qu'il y a un grade qui limite les aspirations de chaque officier, suivant ses capacités et son travail, s'il veut être à la hauteur de sa tâche en temps de guerre.

Le statut des officiers doit avoir pour objet d'attribuer à chacun, sur le pied de paix, les fonctions qu'il pourrait remplir avec dignité en campagne, d'arrêter les sujets qui sont arrivés à l'apogée de leur rendement et d'écarter ceux qui cessent de convenir pour l'accomplissement de la mission qui leur incombe.

Voyons la solution du règlement provisoire belge :

En principe tout officier doit être considéré comme méritant l'avancement au choix ; s'il ne fait l'objet d'aucune proposition, il avance, naturellement, à son numéro de classement.

En dehors de ce cas général, il peut faire l'objet d'une proposition d'avancement hors ligne en raison d'un mérite supérieur ; d'avancement au grand choix en raison d'un mérite spécial ; d'avancement à l'ancienneté ; de renonciation à l'avancement ; de non avancement en raison d'âge ou en raison d'insuffisance ;

de mise en non activité ou à la retraite, pour la perte du grade.

Les officiers qui font l'objet « d'une proposition pour l'avancement hors ligne doivent avoir fourni la preuve évidente d'aptitudes professionnelles remarquables, d'une instruction militaire étendue, de valeur intellectuelle, de jugement et de caractère, soit dans l'exercice ou commandement ou de fonctions spéciales, soit dans l'accomplissement de travaux militaires particuliers, imposés ou volontairement exécutés » (1).

Quand une armée a l'heureuse chance de posséder des sujets exceptionnels, l'intérêt supérieur commande de les pousser vers le haut commandement à grandes étapes, de manière que leur influence se fasse sentir plus vite et le plus longtemps possible. Le règlement prévoit qu'on pourra faire gagner deux années d'ancienneté dans chaque grade à partir de celui de capitaine en second.

Aux yeux des auteurs du règlement sur les *Inspections*, les sujets qui sont dignes de l'avancement au grand choix sont les officiers brevetés d'État-major qui, après avoir complété leur savoir dans des stages d'armes et d'état-major, continuent à accroître leurs connaissances générales et militaires et ne cessent de développer, par leur travail, les aptitudes, capacités et qualités militaires dont ils ont fait preuve. Le fait d'être détaché dans un état-major constitue *ipso facto*, un droit à l'avancement au grand choix, et fait bénéficier d'une avance d'ancienneté de un à quatre trimestres dans chaque grade à partir de celui de capitaine.

Les officiers qui font l'objet des autres propositions citées plus haut, ne sont pas dignes d'un intérêt qui retienne particulièrement l'attention.

Le mérite des intéressés, ainsi que les propositions

(1) Règlement sur les *inspections*. Art. 29.

dont ils font l'objet, sont soumis à l'examen des comités d'avancement : comités de division, de position fortifiée ou de gendarmerie d'une part, pour les officiers du grade de capitaine-commandant au maximum — les décisions sont présentées sous l'entière responsabilité des généraux commandants de grande unité qui les président — comité d'armée d'autre part, qui se prononce sur le mérite de tous les officiers à partir du grade de major, sur les propositions d'avancement hors ligne, de renonciation à l'avancement, de non avancement ou de mise à la retraite d'office.

Le ministre de la guerre, éclairé par les délibérations du comité d'armée, est seul responsable des propositions à soumettre au Roi.

« Le chef qui, par ses propositions ou par son abstention de proposer, est cause de la nomination à un grade supérieur d'un sous-ordre insuffisant, ou de maintien en fonctions d'un incapable, au point de vue physique, intellectuel ou moral ; ou le chef qui ne signale pas spécialement à l'autorité hiérarchique un officier de mérite supérieur, ne répond pas à la confiance que l'autorité supérieure a placée en lui, et il manque à un de ses devoirs essentiels » (1).

On voit donc que le règlement belge consacre le principe prééminent de *la responsabilité des chefs*. Quelles que soient ses qualités, il a soulevé, surtout avant les commentaires de M. de Broqueville à la Chambre, de nombreuses objections qu'il serait partial d'éliminer de cette étude, d'autant plus qu'il s'agit d'un règlement *provisoire* dont les promoteurs ont décidé d'améliorer les parties reconnues défectueuses.

Nous allons résumer les critiques en écartant celles qui sont nées des passions politiques, parce qu'elles ne résistent pas à un examen minutieux.

(1) Règlement sur les *inspections*. Art. 16.

Sans nier qu'il puisse exister en notre pays des sujets extraordinaires, méritant un avancement au choix hors ligne, on conteste la possibilité de les mettre en évidence, en temps de paix. On n'admet pas que les écrits d'un militaire mesurent ses capacités en campagne, qui seules importent.

On attaque le privilège du grand choix accordé aux officiers issus de l'École de guerre, privilège qui devient un droit pour ceux qui font partie d'un État-major ; sans accorder de l'importance à cette mauvaise raison que les adjoints d'état-major n'ont droit à aucun avantage puisque, tandis qu'ils se prélassaient — oh combien ! — sur les bancs de l'École, les camarades assuraient leur service au régiment, on doit tenir compte du fait qu'autrefois, à l'artillerie, et jusqu'à maintenant encore, au génie, beaucoup de chefs se sont opposés, par esprit de particularisme, à ce que les jeunes officiers se présentent à l'examen d'admission à cet établissement. Dans ces conditions, il y a, aux armes spéciales, des officiers de valeur, non adjoints d'état-major, qui ont, en quelque sorte, été écartés de notre école supérieure par ordre. Il est donc inexact d'affirmer qu'*en principe*, l'école de guerre étant ouverte à tous les officiers, seuls n'y ont point passé les incapables, les nonchalants et ceux qui s'en sont écartés pour des causes personnelles dont ils doivent accepter toutes les conséquences. Cette objection, toutefois, tomberait si la limite d'âge d'admission à l'école de guerre était supprimée à l'avenir, ou si quelque mesure analogue était prise.

On fait aussi valoir la chute morale que subit l'officier dépassé par ses camarades. Il ne comprend pas entre autres que, jugé incapable aujourd'hui de remplir avec conscience les fonctions de grade supérieur, il puisse en devenir capable le trimestre suivant. D'autant plus que, on l'a démontré parfaitement, l'officier avantagé

n'arrivera pas au grade que le meilleur de ceux qu'il a devancés ne pouvait atteindre, un trimestre plus tôt, quel que soit le mode d'avancement préconisé, à condition, bien entendu, que l'on écarte du grade supérieur tout officier qui n'est plus jugé digne d'avancement (1).

Quoi qu'il en soit, dans l'esprit des auteurs du nouveau code, l'avancement au grand choix constitue une récompense pour l'officier consciencieux. Il favorise les intérêts de l'armée en stimulant l'ardeur au travail par l'espoir d'un bel avenir et par la crainte du dépassement. Le point sensible de l'innovation est celui de savoir si, en définitive, le bénéfice incontestablement acquis d'une part, dépasse les déchets créés d'autre part.

Le soin apporté par le règlement provisoire à multiplier les conditions qui permettent d'apprécier la valeur des candidats souligne la difficulté de les jauger avec la même unité de mesure. On élève des doutes sur la possibilité de soustraire les nominations à une sorte de *favoritisme systématique et inconscient :* inconscient parce qu'il n'implique pas la moindre suspicion des intentions des grands chefs érigés en juges, systématique parce qu'il avantagera les officiers qui ont la

(1) Voici comment un officier le prouvait dans un article publié par un journal de Liége, dont M. de Broqueville a cité des extraits à la Chambre :

« Supposons — notre cas est simple mais il peut être généralisé — que, dans l'ordre de l'annuaire, c'est-à-dire de l'ancienneté, cinq officiers A, B, C, D, E, se suivent, et que A soit digne de commander, au plus, une compagnie, B un bataillon, C un régiment, D une brigade, E une division. Triturez les procédés d'avancement comme vous le voulez, que E reste au 5e rang ou qu'il passe au premier, il ne deviendra pas lieutenant-général, commandant de division, un jour plus tôt, par un procédé que par un autre, par rapport aux quatre compétiteurs qui le précèdent. De même D sera général-major le même jour, quel que soit le procédé d'avancement jusqu'à ce grade, et ainsi de suite.

» Sans aucun doute peut-on faire en sorte que, quand les places vacantes permettent de nommer trois commandants de compagnie, parmi A, B, C, D, E encore lieutenants, E, D, C, auront la préférence, mais l'armée n'en tire aucun profit, vu que, par hypothèse, les cinq officiers sont aptes à exercer le dit commandement de compagnie. »

bonne fortune de servir sous les ordres de supérieurs plus bienveillants que d'autres.

Citons un dernier inconvénient reproché aux prescriptions nouvelles : le danger de créer, dans le corps des officiers, des germes de jalousie, d'inimitié et de discorde.

Après avoir démoli, il importe de reconstruire, puisque l'ancien édifice était vermoulu. Un courant d'opinion assez prononcé réclame les nominations *au choix dans l'ancienneté*. Pas de dépassement, mais une sélection rigoureuse (1).

Le système présente également ses inconvénients.

En fin de compte, on se demande si les principes qui sont à la base du règlement nouveau ne tiennent pas compte, par une habileté subtile, du cœur humain qui est bon et un peu faible, par essence, et qui incitera plus facilement les hautes autorités à favoriser certains officiers qu'ils estiment davantage qu'à éliminer ceux qui ne donnent pas toute garantie de bon rendement au grade supérieur. La nuance est délicate.

M. de Broqueville, en réponse à une interpellation a bien spécifié qu'il n'imposait pas son règlement *ne varietur* ; il a donné à penser que l'examen im-

(1) Nous lisons dans le règlement sur les inspections, à l'art. 15 :

« Le fait d'avoir bien commandé une compagnie ne peut suffire pour devenir major. Les candidats à ce grade doivent, en outre, avoir donné des preuves réelles de leur aptitude à diriger, dans toutes les éventualités de guerre, un bataillon, et être aptes *à instruire des officiers*.

» Le major ne doit être considéré comme apte au grade supérieur que s'il possède toutes les qualités requises pour exercer avec tact, intelligence, fermeté et autorité, le commandement d'un régiment, corps, état-major ou détachement mixte, en campagne comme en temps de paix.

» Le colonel ne peut être considéré comme apte au grade de général-major que s'il joint à un grand caractère, une instruction militaire solide, et la plus haute aptitude au commandement des trois armes.

» Le général-major, proposé pour le grade de lieutenant-général doit posséder, à un degré éminent, les qualités qui distinguent l'homme de guerre : caractère, activité, ardeur et sang-froid ; science militaire approfondie et connaissance du cœur humain. »

On ne saurait mieux dire.

partial des critiques lui avait décelé certains défauts que, loyalement, il se promettait de faire disparaître. Il a fait déjà part d'un projet dont l'exécution semble devoir réduire à rien une partie des objections soulevées ; nous y avons fait allusion plus haut : il s'agit de la réorganisation de l'École de guerre sur une base telle que les candidats au brevet d'état-major ne seront plus écartés par le nombre, ou un âge d'exclusion, mais par un échec aux examens imposés. Si tout le monde est mis à même de les subir, ceux-là seulement n'affronteront pas l'épreuve qui ne le voudront pas ou ne se croiront pas à même de réussir. Il doit être bien entendu que le jury devra se montrer sévère, et qu'il ne s'agira pas de faire en sorte que tout le monde, ou à peu près, réussisse les examens. Sinon, le bénéfice de l'application du règlement sera nul (1).

On demande qu'il soit créé un *tableau d'avancement*, qui fasse connaître à chacun ses chances de promotion au grade supérieur; on nous permettra aussi de proposer que l'avancement au grand choix ou hors ligne soit réalisé en *antidatant* la nomination du

(1) Ce projet vient d'être réalisé ; voici un résumé des dispositions d'un Arrêté Royal en date du 27 mars dernier : Pourront désormais obtenir le diplôme d'adjoint d'État-major :

1° Les officiers qui, à la sortie de l'école de guerre, ont satisfait aux conditions spécifiées par l'arrêté royal portant organisation de la dite école ;

2° Les officiers de toutes armes, signalés par leurs chefs, qui ont subi, dans les conditions exigées des officiers de la première catégorie, des épreuves analogues à celles qui sont imposées aux officiers passant par l'école de guerre.

La matière de ces épreuves est répartie en quatre séries d'examens à subir en quatre ou cinq années, au choix des officiers.

Ceux-ci sont soumis, en outre, à l'école de guerre, à certains travaux d'application.

Aucune limite maxima d'âge n'est requise, mais, pour être admis à la première épreuve (programme de l'examen d'entrée à l'école de guerre), les officiers de la deuxième catégorie doivent se trouver dans les mêmes conditions de service que celles exigées des officiers de la première catégorie, pour subir l'épreuve correspondante.

L'officier qui aura échoué à l'une ou l'autre série d'épreuves ne sera plus admis à se représenter à de nouvelles épreuves.

bénéficiaire de trois mois à deux ans, au moment de la promotion. Ce procédé, courant en Allemagne, éviterait le froissement et l'incertitude qu'éprouve tout officier qui se voit dépasser ou craint de l'être au moment d'atteindre le grade supérieur. Chacun serait nommé à son tour, et ce ne serait que dans le nouveau grade que le devancement s'opérerait. Le résultat serait le même, et l'amour propre des officiers ne serait pas si rudement mis à l'épreuve. L'avenir nous dira, en tous cas, dans quelle mesure le règlement provisoire peut devenir définitif.

B. *Le nombre*

Ce qui décide le succès, à la guerre, c'est la *puissance*. Cette dernière se crée sous l'impulsion des éléments qui influent sur l'instrument de manœuvre et de combat. « Si la disproportion numérique de deux adversaires est telle que les succès partiels que le commandement fait remporter ne puissent influencer l'action d'ensemble de l'adversaire, aucun général ne peut compenser une pareille supériorité. *Telle est la loi capitale du nombre* » (1).

Notre régime militaire doit donc s'adapter aux nécessités du moment et la loi de milice, dont la discussion a commencé le 12 février dernier, s'est inspirée de cet axiome puisqu'elle vise essentiellement à la constitution d'une armée de 340 000 hommes au moins, par la substitution du service général au recrutement d'un fils par famille.

Le gouvernement a déclaré — et il a fait sa déclaration en pleine conscience de la responsabilité qu'elle implique — qu'il faut, pour satisfaire aux nécessités de la stratégie moderne :

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, 1re fasc., p. 25.

90 000 hommes pour la garnison d'Anvers et des forts;

40 000 hommes pour Liége et Namur;

150 000 ou 175 000 hommes pour l'armée de campagne;

60 000 ou 35 000 hommes pour les réserves d'alimentation et le noyau des troupes auxiliaires.

L'armée de campagne comprendra : un Grand-Quartier Général, une division de cavalerie d'armée et six divisions d'armée.

La division de cavalerie se composera de six régiments à cinq escadrons chacun, répartis en trois brigades, et un 7e régiment de gendarmes; d'un groupe d'artillerie de trois batteries à quatre pièces; d'un soutien de cyclistes fusiliers et mitrailleurs; de services accessoires.

Chaque division d'armée comprendra six régiments d'infanterie à trois bataillons chacun et répartis en trois brigades mixtes dans la composition de chacune desquelles entrera un groupe de trois batteries de quatre canons; un régiment de chasseurs à cheval à cinq escadrons; un régiment d'artillerie divisionnaire de trois groupes de trois batteries, dont deux groupes d'obusiers, le troisième de canons; un bataillon de pionniers à deux compagnies; des services auxiliaires.

Au total, la division groupera, comme organes combattants : 18 bataillons, cinq escadrons, 48 canons, 24 obusiers, et deux compagnies de pionniers.

Nous soulignerons, en passant, la faible proportion d'artillerie de notre armée : une pièce pour 250 fusils. En Allemagne et en France, il y en a respectivement une pour 163 et 200 fusils.

L'exposé des motifs base la détermination du chiffre de 150 000 ou 175 000 hommes de l'armée de campagne, sur l'hypothèse de la violation de notre terri-

toire par l'aile extérieure d'une armée voisine prenant l'offensive pour porter la guerre chez l'adversaire.

On sait, en effet, que « le service personnel en usage dans les États de l'Europe centrale, permet d'appeler sous les drapeaux, tous les hommes aptes à porter les armes; des masses puissantes seront mobilisées et les armées modernes compteront des millions d'hommes » (1).

La nécessité de faire en sorte que les dernières unités engagées sur une route interviennent à temps et à point voulu sur le champ de bataille, oblige le haut commandement à adopter de larges zones de concentration à la frontière; l'obligation de hâter les opérations pour écarter la débâcle financière le contraint d'éviter les obstacles fortifiés.

Ces deux remarques justifient la base sur laquelle s'est appuyé l'exposé des motifs : il faudrait des arguments de valeur primordiale pour obliger, à l'heure qu'il est, celui de nos voisins, qui prendrait l'offensive contre l'autre, à respecter le sol belge et à user prématurément ses efforts contre des forteresses, que Français ou Allemands ont élevées le long de leur frontière commune.

Parmi ces raisons primordiales, certains polémistes, hostiles malgré tous les avertissements à l'augmentation de nos charges militaires, placent le respect des traités garantissant la neutralité.

Voici leur théorie : « Nos grands voisins en nous attaquant commettraient un crime. C'est trahir à la fois la justice, la vérité et le pays, que de prétendre que nos voisins sont *en droit* de violer notre territoire, pour des motifs stratégiques. Cette agression constituerait à la fois une atteinte aux traités et aux lois de

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, 1r fasc., p. 16.

la guerre. La nation coupable se mettrait au ban de l'humanité » (1).

Vu la mentalité actuelle des nations, qu'il faut bien admettre si on ne veut pas se confiner dans la théorie, il reste à prouver que, au jugement de leurs historiens, nos grands voisins commettraient un crime en nous attaquant. Il y aurait crime si l'attaque était imprévue et non motivée. Mais quand on constate combien les diplomates jonglent sur des pointes d'aiguilles, combien leurs combinaisons sont conventionnelles et reposent souvent sur le choix plus ou moins heureux des expressions qu'ils emploient, combien ils sont habiles à jouer du mensonge savant, on ne doit pas hésiter un moment à croire que si la nécessité d'une guerre s'imposait, le prétexte du conflit serait rapidement trouvé (2). Notre Congo, objet de tant de convoitises est, entre autres, une source indéfinie de discussions. Les guerres les plus criminelles ont d'ailleurs trouvé chez l'agresseur une justification qui satisfaisait sa conscience.

C'est trahir à la fois la justice, la vérité et le pays, que de laisser supposer que ceux qui croient à la possibilité de la violation de notre pays par des voisins belligérants, pour des motifs stratégiques, prétendent que les envahisseurs auront *le droit* d'agir comme ils le feront. Sans doute y aurait-il atteinte aux traités, mais qui donc ne sait pas encore qu'entre puissances les traités n'ont de la valeur que pour autant que chacune continue à y trouver son intérêt, ou que celle qui est lésée soit trop faible pour le dénoncer ? Nous sommes

(1) Extrait du PATRIOTE, janvier 1913.

(2) C'est à la diplomatie, écrit le général von Bernhardi, à arranger les questions épineuses où la morale semble menacée (cité par le colonel A. Boucher, dans *La Belgique à jamais indépendante*, 1 vol. Berger-Levrault, éditeur, Paris, 1913).

des premiers à regretter de telles mœurs, mais il faut bien les subir.

Il est en tout cas absolument faux de prétendre que la violation de notre territoire constituerait une atteinte aux lois de la guerre.

« La guerre de nos jours ne peut plus être faite pour des intérêts secondaires, ou dynastiques, mais seulement pour des questions vitales (1). Elle est, par son essence, une lutte où les peuples engagent toutes leurs forces physiques, intellectuelles et morales » (2).

« Les pertes résultant d'une guerre malheureuse sont si grandes que les peuples se trouveront dans l'obligation *d'avoir recours à tous les moyens susceptibles d'accroître leurs chances de succès*. Ils conduiront les opérations avec la plus grande dureté » (3). Qui oserait prétendre que, pour garder leur partie dans le concert des Puissances, ou pour l'accroître, nos grands voisins hésiteront à avoir recours à des moyens qu'un juge désintéressé réprouvera peut-être, mais que les citoyens dont l'avenir est en jeu, appuyeront avec la dernière énergie ?

La conscience humaine a peut-être honni le gouvernement romain qui arrachait la Tripolitaine aux Turcs ; mais, bien que le but de la guerre, tout important qu'il fût, ne visât pas l'existence même de l'Italie, celle-ci n'a pas encore été reléguée au ban des nations. D'ailleurs, la Chambre italienne n'a-t-elle pas ratifié *avec enthousiasme*, les décisions du ministère (4) ? L'Autriche s'est emparée de la Bosnie sans motif sérieux.

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, vol. I, p. 17.
(2) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, vol. I, p. 59.
(3) Général von Bernhardi. *Vom heutigen Kriege*.
(4) Il est piquant de noter que le bureau international de la Paix, à Berne, ayant demandé au comité italien de donner son avis, et celui des frères pacifistes de la Péninsule, la réponse ne se fit guère attendre : le comité italien déclara, sans ambages, qu'en l'occurrence, les *pacifistes italiens étaient tout à fait d'accord avec le Gouvernement*.

Est-elle au ban des nations ? Les Japonais luttant pour leur position mondiale et leur avenir économique, politique et national, n'ont pas reculé un instant devant l'obligation d'envahir la Corée et la Mandchourie, pays neutres, parce que les nécessités stratégiques les y attiraient ; ils n'ont pas hésité à faire précéder la déclaration de guerre par un guet-apens maritime qui réduisait à peu de chose la flotte de Port Arthur. Quelle Puissance leur a fait grise mine après leur action ?

Sans grandes incursions dans le domaine de l'histoire, on trouverait facilement que toutes les nations ont à se reprocher des actes qui auraient dû les mettre au ban de l'humanité et que le peuple intéressé a toujours couverts de son *satisfecit*.

La lutte pour la vie ne se paye pas de mots. Les peuples, comme les hommes, ont l'instinct de la conservation. Ils ne s'aviliront pas si, au moment où ils risquent leur existence future, ils s'accrochent à tout ce qui peut l'améliorer.

Pour mieux faire valoir le cas particulier de la Belgique, pays neutre placé entre deux voisins hostiles, le lecteur nous permettra une simple comparaison. Nous le prions d'imaginer que deux ennemis, contraints de vider une ancienne querelle, soient conduits dans un duel à mort, au bord d'un précipice où le vainqueur pourra lancer le vaincu ; qu'une tierce personne, amie des deux premières, obligée d'assister à la rencontre, ait été assurée, par les deux combattants, de rester en dehors de la lutte ; que, n'ayant pu s'écarter à temps, au cours des péripéties du duel, elle est saisie par celui des duellistes qui s'imagine avoir le dessous, et qui s'accroche désespérement à elle parce qu'il s'aperçoit que le terrain se dérobe sous ses pas.

Nous vous le demandons, le combattant qui sent son infériorité, devait-il tenir sa promesse et, s'il le devait, le rendez-vous responsable de son acte désespéré, le

chargerez-vous d'anathèmes parce que, recourant à une dernière chance, il risque d'entraîner le spectateur neutre dans sa chute ?

Ce que vous ne ferez sans doute pas pour un individu, vous ne voudrez pas le faire pour ceux qui assument la responsabilité de l'existence d'un grand peuple.

Si les hommes d'État et les chefs militaires d'une grande nation estiment en conscience que, dans certains cas d'une conflagration armée, la violation d'un territoire voisin constitue l'*unique moyen d'assurer le succès de la guerre*, ils n'hésiteront pas à le faire. Sinon, ils seront traîtres à la Patrie.

Ils ne feront pas l'usage d'un droit mais subiront les conséquences d'une nécessité (1).

Il ne faut pas oublier, pour que notre comparaison ait bien toute sa portée, que la guerre est l'ultime argument des peuples en compétition. Elle n'est pas le début d'un duel, mais sa dernière phase, la phase décisive. Quand on voit les efforts déployés par l'empereur Guillaume pour localiser les effets de la crise balkanique, on ne doit point douter que ce grand généralissime d'une armée de tout premier ordre, soit pénétré, intimement, des intentions les plus pacifiques. S'il se décide un jour à proclamer l'état de guerre, ce sera, nous en sommes profondément convaincu, pour des raisons patriotiques, d'une essence tout à fait supérieure, quand tous les moyens de lutter dont son peuple dispose, en temps de paix, auront été vainement épuisés.

Quant aux Français, leurs ressources ne leur per-

(1) Notons que les Français sont persuadés que, dans l'état actuel des forces militaires belges, les Allemands, en cas de guerre, violeraient notre neutralité. Nos voisins du Sud ne parlent pas de crime, de trahison, d'atteinte aux traités ou aux lois de guerre. Ils ne disent pas que l'Allemagne se mettra au ban des nations... Tout cela, pour eux, n'est que paroles. Plus pratiques, ils sont revenus sur leur décision antérieure de démanteler la forteresse de Maubeuge et en font, au contraire, actuellement, un point d'appui de premier ordre. Voilà des actes qui valent mieux que tous les arguments !

mettent pas, actuellement d'avoir des visées ambitieuses. La République est, elle aussi et par nécessité, nettement pacifique.

Mais il ne faut pas trop vite jeter la pierre à celui de nos deux voisins qui chercherait à passer sur notre territoire pour envahir le pays ennemi. Dans un conflit européen, celui qui prendrait l'offensive à travers la Belgique ne serait pas, nécessairement, le plus fort des belligérants.

Si l'Allemagne, par exemple, avec ses 25 corps d'armée et ses nombreuses réserves, devait lutter contre 20 corps français, en combat singulier, elle aurait, semble-t-il, dès à présent, atteint le maximum des sacrifices nécessaires pour bien augurer des résultats de la lutte, fût-ce en se confinant sur les théâtres d'opérations de la frontière commune. Cependant elle ne se juge pas satisfaite ; c'est qu'elle envisage comme très probable, l'obligation de faire face à une coalition. Elle ne veut pas trembler devant la supériorité numérique de ses adversaires. « Elle peut raisonnablement compter sur le succès si elle a la ferme résolution de détruire cette supériorité par une victoire partielle, remportée sur l'un d'eux, avant qu'ils aient pu en faire usage. *C'est dans ce sens qu'elle doit préparer la guerre et agir le moment venu* » (1).

Comme en définitive, le bien fondé de nos droits ne suffit pas pour nous donner cent cas favorables au respect de notre neutralité sur cent hypothèses réalisables. il nous reste à convaincre, dès maintenant, les voisins de l'inutilité de se pencher trop fort au-dessus du mur mitoyen, derrière lequel nous les attendrions de pied ferme et en situation de leur faire payer très cher leur indiscrétion.

On peut d'ailleurs se demander si les nouveaux

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, p. 27.

sacrifices imposés à la nation allemande, pour l'armée en 1913, ne sont pas provoqués partiellement par notre décision de rendre enfin la Belgique inviolable.

Si les sujets du Kaiser doivent faire face à deux adversaires, Russes et Français, ils attaqueront l'ennemi le plus rapidement mobilisé — celui de l'ouest — de manière qu'après la victoire décisive, obtenue sur un front, ils puissent se retourner vers l'est, pour arrêter l'invasion russe.

Jusqu'à ce jour, en évitant par le nord la barrière fortifiée des Français, l'armée allemande pouvait espérer obtenir à temps la victoire, tandis que les corps d'armée postés entre Kœnigsberg et Posen retarderaient l'offensive des Slaves qui ne commencerait pas d'ailleurs avant le 30me jour après la déclaration de guerre.

Mais si nous rendons impossible la violation du territoire belge, nous imposons, aux Allemands, l'obligation d'aborder la France par la frontière commune. Les opérations seront plus longues ; il faudra donc retarder encore le moment de l'entrée éventuelle des Russes à Berlin. Cette nouvelle mission sera confiée aux corps d'armée et aux divisions de réserve que l'incorporation annuelle de 50 à 70 000 recrues supplémentaires ne manquera pas de faire créer dans un avenir prochain.

C. *L'Instruction technique*

« L'énormité des masses mises sur pied donnera à la guerre future de l'Europe son cachet propre.

» Mais toutes les troupes ne présenteront pas la même valeur.

» Dans les armées permanentes, les troupes actives, existant dès le temps de paix, formées des plus jeunes classes, encadrées par la majeure partie des officiers et sous-officiers de carrière, seront de qualité supérieure

aux troupes de deuxième et de troisième catégorie, formées des classes plus âgées et moins bien encadrées.

« *Les éléments les plus solides sont appelés à former l'armée de campagne et à porter la guerre au dehors.* Les autres assureront la garde des places, des voies ferrées, des territoires conquis, ou serviront à réparer les pertes de l'armée de campagne » (1).

Nous voilà donc avertis par les Allemands : s'ils viennent chez nous, ce sera avec les éléments les plus jeunes et les plus solides. Il serait criminel de leur opposer une armée aussi jeune, mais moins bien préparée à la guerre par les exercices en temps de paix.

On n'a oublié ni la résistance des ministres prussiens aux sollicitations du Reichstag en faveur du service de deux ans pour l'infanterie, ni les plaintes de M. Basserman relatives à la non incorporation annuelle de 90 000 jeunes gens, aptes au service militaire.

On remarquera, cependant, que pour une réduction de service actif d'un mois, il serait possible d'incorporer, sans augmenter sensiblement les dépenses du budget de la guerre, $\frac{210\,000}{12} = 17\,500$ miliciens de plus. Le service de 19 mois à l'infanterie procurerait, aux Allemands, un appoint minimum de 10 corps d'armée de première ligne supplémentaires (2).

Placés, pour des raisons financières, dans l'alternative de réduire le temps de service afin d'incorporer un plus grand nombre de recrues, ou de renoncer à un renforcement numérique de 40 p. c. de troupes de première ligne afin de conserver le service de deux ans, nos voisins ont opté jusqu'en 1912 pour la deuxième solution.

N'est-ce pas assez dire que pour eux, 24 mois de

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, 1er fasc., p. 16.

(2) $\frac{90\,000 \times 5}{40\,000} \times 0{,}89$ p. c. = 10. Il y a, en 5 ans, un déchet de 11 p. c.

présence sous les drapeaux représentent le maximum de concessions qu'il soit possible de faire aux exigences financières (1) ?

En France, les hommes font défaut : il faut chercher une autre cause à la réduction des obligations militaires du temps de paix. Le service de deux ans eut des causes politiques : ce fut une de ces mesures radicales auxquelles nous avons eu l'occasion de faire allusion ; elle eut pour but de faire cesser les abus criants du volontariat d'un an qui écartait pratiquement de la caserne tous les jeunes gens possesseurs d'une certaine instruction ; elle fut la conséquence des idées égalitaires en vogue et appliquées en grand par nos voisins du sud.

On sait déjà que le service de trois ans ne tardera pas à être rétabli pour faire face à l'augmentation des effectifs de paix allemands.

En Belgique tout ce que le Gouvernement a pu demander aux chambres, c'est le service de 15 mois à l'infanterie. Dans une question de cette nature, il est indispensable que nos législateurs aient confiance dans les chefs militaires responsables. Il est facile, en effet, quand on n'a aucune compétence et quand la responsabilité n'est pas nominalement engagée, d'affirmer que le soldat peut être formé en 12, 9, voire même en 4 mois, comme l'a prétendu un représentant.

On a beau dire que la formation du soldat c'est l'instruction théorique et pratique à donner aux recrues pour qu'elles soient à même de participer efficacement aux opérations de la guerre ; on peut aussi ergoter longtemps, à défaut d'expérience du champ de bataille,

(1) Le nouvel effort de l'Empire allemand, en 1913, portera sur l'instruction d'une partie des 90 000 jeunes gens actuellement non incorporés, et aptes au service militaire. C'est par de nouveaux sacrifices *financiers* que nos voisins renforceront leur organisme militaire : ils ne songent pas à réduire la durée du service actif.

sur la nature et la quantité de matières qu'il importe de leur inculquer. C'est là que gît, à notre avis, le point délicat de la controverse.

Est-il possible de faire en 12 mois, de nos jeunes gens, des soldats aussi consciencieusement formés que les jeunes Allemands ou Français retenus pendant deux et trois ans sous les drapeaux ? Il serait prétentieux de l'affirmer et dangereux de le croire.

Il faut donc bien admettre que dans l'esprit des partisans du service à terme réduit, la qualité de nos soldats peut être inférieure à celle de leurs antagonistes éventuels.

On entend parfois soutenir que la Belgique n'ayant pas de visée ambitieuse, aura seulement à défendre son territoire, ce qui, concluent les non-initiés, implique l'avantage de pouvoir se contenter d'une armée moins solide que celle de l'envahisseur (1).

Des documents officiels paraissent même confirmer cette manière de raisonner. N'est-ce point, par exemple, la commission civile et militaire de 1900 qui a proclamé, le 8 janvier 1901, dans une résolution liminaire, votée sur la proposition de feu M. Beernaert que : « la neutralité de la Belgique, dans l'intérêt de la nation comme dans l'intérêt des traités, doit être armée ; que *le système militaire du pays doit être essentiellement défensif ;* enfin que la Belgique le règle dans sa pleine indépendance » (2).

La phrase que nous avons soulignée est malheureuse. Elle prête à équivoque. L'*organisation* d'une armée peut être défensive, les troupes doivent avoir une *instruction et un esprit offensifs*. Chacun sait que l'art militaire comprend la stratégie et la tactique, deux subdivisions

(1) C'est un sophisme maintes fois répété à la Chambre en ces derniers temps.

(2) Texte cité par M. du Bus de Warnaffe, rapporteur du *Projet de loi sur la milice*, p. 12.

dont les limites communes n'ont pas encore été déterminées avec précision.

Confinés sur notre territoire exigu et satisfaits de notre sort, nous ne ferons point la guerre si on ne nous l'impose pas ; nous adopterons en tous cas la défensive stratégique. Cela nous dispense d'organiser de longs convois à la suite de notre armée. Mais, dans les limites de notre théâtre d'opérations, il nous sera loisible d'avoir recours à l'*offensive tactique*. Ajoutons même qu'elle est de l'ordre des choses probables. Il est donc incorrect d'affirmer que le système militaire du pays doit être essentiellement défensif. Il doit, au contraire, favoriser sur notre territoire l'offensive préliminaire à la rencontre décisive.

La défensive, sur le champ de bataille, c'est l'immobilité, et l'immobilité c'est la défaite. « Dans l'offensive, l'assaillant choisit en général librement sa direction d'attaque. Il oriente, dès le début, toutes ses forces dans le sens voulu, au moment qui lui convient, ce qui lui procure une avance difficile à rattraper. Il peut, en outre, choisir une direction empêchant le défenseur de tirer profit des avantages que le terrain, remué par la pelle, peut lui procurer. L'offensive accorde une puissante supériorité morale ; seule, elle permet la manifestation de l'audace, qualité essentielle, mais qualité rare, parce qu'elle exige une force extraordinaire de caractère et de volonté, malgré le poids de la responsabilité et du danger. Plus un parti est faible plus il a besoin d'audace pour compenser son infériorité matérielle par des facteurs impondérables » (1).

La première bataille que nous livrerons sera décisive et suivra de près le début des hostilités. Nous ne pouvons point compter sur le temps qui s'écoulera entre le premier jour de la mobilisation et celui de la rencontre

(1) *Opinions allemandes sur la guerre moderne*, 2e fasc., pp. 49 et 50.

pour aguerrir nos soldats ; il faudra que, d'emblée, ceux-ci donnent au pays tout ce qu'ils sont à même de donner. Quoi que nous fassions, si telle est la volonté de l'ennemi, nous aurons l'infériorité numérique : c'est par l'audace que nous la suppléerons ; faut-il aggraver notre situation par le peu de souci que nous aurons montré, en temps de paix, à former nos miliciens afin de les faire bénéficier d'un terme de service réduit par crainte d'augmenter les charges militaires ?

A mesure que l'efficacité des armes s'accroît et que les ressources de la technique moderne se développent, l'importance de l'éducation militaire se fait sentir de plus en plus. Les organisateurs d'armées, sans cesse à l'affut des perfectionnements, épient ce qui se passe chez le voisin ; de sorte que, en Europe centrale, les outils de guerre de chaque nation ont une valeur matérielle à peu près identique. C'est la puissance physique et surtout morale de l'homme, d'où dérivera son habileté à manier les armes qu'on lui confie, qui est le facteur prépondérant du succès. « Le secret de la victoire est dans le cœur des combattants ; c'est folie ou crime de la chercher ailleurs » !

« Au total, la tactique moderne exige que le soldat reçoive une éducation militaire intensive et que son éducation morale soit si approfondie, qu'elle le transforme jusqu'à faire de lui le servant merveilleux des outils perfectionnés conçus par une technique savante » (1).

L'officier de troupe qui ne veut pas chercher à se faire valoir, qui ne veut pas appliquer à son métier les principes de la surenchère électorale et qui se demande, en conscience, de combien de temps il est nécessaire de disposer pour former *la moyenne* des soldats que le

(1) *Marches, combats et tirs de nuit*, BULLETIN DE LA PRESSE MILITAIRE du 31-1-13, p. 75.

pays lui confie, doit avouer qu'un résultat utile ne peut être obtenu en 4, 9, ni même en 12 mois.

Il ne faut pas qu'on nous demande de tenir compte dans notre discussion des mesures souvent citées, que les Hollandais et les Suisses ont cru pouvoir adopter, car leur décision n'a pas subi le contrôle de la guerre et nous n'avons pas le loisir d'attendre celui-ci.

A notre avis, par conséquent, la nouvelle loi *tolèrera* le service de 15 mois ; elle ne doit pas être le prélude d'une capitulation nouvelle devant les exigences des partisans de la théorie mal comprise « du moindre travail ». Tel est bien d'ailleurs le sens dans lequel le Gouvernement a répondu aux questions que la section centrale lui posait à ce sujet (1).

On s'étonnera peut-être, après avoir lu cette profession de foi, que nous puissions encore être partisan des mesures relatives au *miliciennat réduit*.

Une telle institution semble paradoxale et pècher par son esprit antiégalitaire.

Cette dernière tare n'est pas réelle : ce que l'on doit exiger, professait autrefois à l'École de guerre le Colonel d'État-major Bansart, ce n'est pas l'égalité brutale du service, mais bien l'égalité de rendement. Or, il est certain que bien des jeunes gens, plus instruits que la moyenne des miliciens, sont aptes à s'assimiler les connaissances militaires en moins de temps que leurs camarades. Si, après quelques mois, ils subissent avec succès, un examen que les autres ne pourraient affronter au terme le leur service régulier, ils ont produit un effet pratique plus grand et, en temps de guerre, ils rendront de meilleurs services que le commun. Il est légitime de leur en tenir compte, à titre d'encouragement au travail. Cela vaudra bien mieux que si, par esprit d'égalisation à outrance d'un monde organique-

(1) *Rapport de la section centrale*, p. 20.

ment inégal, l'armée laisse échapper le bénéfice qu'elle peut retirer de la partie la plus intelligente de ses miliciens.

Il faudra peut-être démontrer que des officiers de réserve pourront être formés en 12 mois, alors qu'on prétend qu'il en faut 15 pour créer un simple soldat. Les recrues arrivent au régiment en possession d'une instruction générale, variant de zéro pour les illettrés aux connaissances acquises au cours des premières années d'université pour les jeunes étudiants. La faculté d'assimilation des extrêmes passe ainsi, pour ainsi dire, du minimum ou maximum.

Retirons de cet ensemble disparate tous les jeunes gens qui ont terminé leurs humanités ou des études aussi complètes et réunissons-les.

Que pourra-t-on en faire en 12 mois?

Voici d'abord ce qui se passe à l'école militaire pour les élèves qui se destinent aux armes simples : infanterie et cavalerie, et qui ont subi un examen d'entrée sur les matières qu'un rhétoricien doit connaître.

Le séjour dans l'établissement a une durée de 24 mois. Pendant la première année les cours portent uniquement, sur des branches d'instruction générale : physique, chimie, mathématiques, mécanique, langues vivantes, etc. Pendant les 12 derniers mois, ils comprennent l'art de la guerre, l'artillerie, la fortification, en un mot, toutes les branches militaires. On consacre journellement deux heures à l'application des règlements militaires sur le terrain, pendant tout le séjour à l'École.

On peut, somme toute, affirmer que les élèves des sections de l'infanterie et de la cavalerie sont, actuellement, versés dans les corps, après une année d'études militaires : les 12 premiers mois d'école ayant pour objet de perfectionner leurs connaissances géné-

rales dans la mesure nécessaire pour le milieu qu'ils sont appelés à fréquenter normalement.

Il faut observer encore que l'officier de carrière, appelé à gravir l'échelle de la hiérarchie, doit recevoir une instruction professionnelle qui lui serve de base pour ses études ultérieures de haute tactique, tandis que le candidat officier de réserve ne doit pas viser à dépasser, au mieux, le grade de capitaine et peut se dispenser des études trop approfondies, dont il ne doit tirer aucun profit. Avec un régime aussi intensif que celui de l'École militaire, son instruction théorique sera complète en moins de six mois, car il devra subir, à l'arrivée au cours, un premier examen d'ordre militaire.

Bourré de science, l'officier de réserve sera désorienté lorsqu'il sera appelé à appliquer, au régiment, les connaissances qu'on lui aura données. Les officiers issus de l'École militaire ne le sont pas moins. C'est à force de zèle et d'application qu'il méritera sa libération anticipée ; d'ailleurs, astreint à trois rappels supplémentaires de 21 jours qui correspondront à des périodes de manœuvre, il bénéficiera, en fin de compte, d'une simple réduction de service de quatre semaines sur 65 ou 6,15 p. c. ; qui soutiendra sérieusement qu'un officier de réserve ne vaut que 6,15 p. c. de plus qu'un soldat ordinaire ?

Il semble que la création du cadre des officiers de réserve, tel qu'on nous le promet, marquera la fin des compagnies universitaires, auxquelles on reproche d'être une faveur accordée sans qu'il soit exigé un effort correspondant.

Si vous allez en Allemagne, dans le monde, vous y constaterez que la généralité des Messieurs sont officiers de réserve et sont fiers de porter la tenue. S'ils ne la portent pas, ils auront à cœur de s'en justifier

auprès de vous, étranger, pour que vous ne les croyiez pas atteints d'une tare.

Quand nos idées auront un peu évolué, quand le port de l'uniforme de réserve sera permis dans toutes les cérémonies, nos jeunes gens instruits voudront être quelqu'un à l'armée, au lieu de se confondre avec la masse des simples soldats. Il deviendra honteux d'être ingénieur, avocat, médecin, et d'être resté dans le rang. Les compagnies universitaires seront dépréciées et leur suppression s'imposera faute de candidats !

Les manœuvres en terrain varié sont le couronnement de l'instruction des hommes et la véritable école de guerre pour les cadres. C'est avec sagesse que le Ministre a décidé que dorénavant il y en aura chaque année. On ne saurait trop l'en louer. Jusqu'à ce jour, elles étaient rares et facilement contremandées sous les prétextes les plus futiles. Réjouissons-nous qu'il en soit autrement à l'avenir.

D. *Armement et technique*

Parmi les perfectionnements techniques modernes, une place prépondérante doit être accordée à ceux de l'armement, parce qu'ils influent directement le combat.

Les fusils, actuellement en usage dans les différentes armées, sont à peu près équivalents. Tout au plus, le fusil français Lebel est-il assez démodé avec son tube magasin dans le fût.

Notre fusil Mauser date de 1889. C'est une bonne arme. Toutefois, à l'usage, les pièces ont subi une usure qui commence à être sérieuse, et les remises à neuf, qui se font périodiquement, ne lui rendent plus sa valeur primitive.

Depuis quelques années déjà, en Allemagne et en France, à la suite d'études techniques, on a adopté une

balle nouvelle, pointue, qui, parcourant une trajectoire plus rasante, a amélioré les conditions balistiques du tir.

Nous avons, de notre côté, cherché le perfectionnement de nos munitions d'armes à feu portatives, et, très prochainement sans doute, la balle C. M. 1912 (1) fera partie de nos approvisionnements.

On procède actuellement à l'élaboration des tables de tir. Le moment choisi pour introduire l'innovation pourra correspondre avec la création de nouvelles unités, l'ancienne balle, dont il existe de formidables réserves, étant jusqu'à nouvel ordre réservée aux troupes de forteresse et aux mitrailleuses, qui n'ont pas besoin d'un tir trop tendu.

Un mouvement d'opinions se produit en faveur du fusil automatique, pouvant tirer jusqu'à 100 coups à la minute. Un fusil de ce genre a été adopté au Mexique. La fabrique nationale d'armes de guerre de Herstal détient des brevets de M. Bröning, un ingénieur hollandais, attaché à l'établissement en qualité de chef de service, qui a conçu un fusil de l'espèce, tirant les balles du chargeur, sans que le soldat doive cesser d'épauler pour amener une nouvelle cartouche dans le canon.

Nous avons eu l'occasion d'assister à des expériences exécutées par l'inventeur en décembre dernier, au Stand de la F. N. L'arme qui pèse 4 kilogs moins 11 grammes nous a paru un peu compliquée, et nous avons gardé personnellement l'impression qu'elle n'est pas encore parfaitement au point (2).

Si la France et l'Angleterre ont indiqué les conditions

(1) Commission de la Manufacture d'armes de l'Etat.

(2) La Manifacture d'armes possède dans ses collections, un fusil Mauser 1889 transformé en fusil automatique depuis 1901. On nous a certifié que la transformation de notre armement ne coûterait pas plus de 15 à 20 francs par arme, si on voulait adopter le modèle préconisé par nos officiers depuis douze ans.

à exiger du fusil automatique, elles reculent devant la dépense. Un fusil actuel acheté à nos établissements de construction se paye 70 francs environ ; une arme automatique, fabriquée en série, coûterait beaucoup plus que 125 francs. En adoptant ce prix comme base, pour notre armée devant comprendre 200000 fusilliers, pour lesquels il faut prévoir une réserve d'armes de 40 p. c. au minimum, on se trouverait en face d'une dépense de fr. 35 000 000. — Il est vrai que si les fantassins de l'armée de campagne seuls étaient dotés du fusil automatique, la dépense se réduirait, réserve d'armes comprise, à fr. 22 500 000. Le chiffre reste coquet. Mais si la réorganisation de l'armée exige la fabrication de nouvelles armes à feu portatives, autant voudrait porter les dépenses sur un fusil nouveau. Nous pensons que c'est la voie dans laquelle on va s'engager (1).

L'infanterie s'est renforcée, au cours de ces dernières années, par l'adjonction des mitrailleuses. Leurs qualités balistiques sont semblables à celles du fusil ; elles peuvent tirer jusqu'à 600 coups à la minute et répartir leur feu en largeur et profondeur.

C'est au temps du général Hellebaut que les 40 premiers engins de l'espèce, du système Hotchkiss, ont fait leur apparition en Belgique où on les destinait à la position fortifiée d'Anvers. Au moment de la tension d'Agadir, le lieutenant général Heimburger, gouverneur de la place de Liége, justement alarmé de la situation délicate de la forteresse exposée aux premiers coups des Allemands, — qui *par hasard* manœuvraient aux abords de la frontière — parvint, grâce à sa grande influence personnelle, à en faire distraire quelques unes pour les régiments des têtes de pont de la Meuse.

(1) Une commission vient, en effet, d'être nommée en Belgique, pour l'étude d'un fusil automatique (mars 1913).

Depuis lors, nous avons aussi adopté les mitrailleuses Maxim destinées à l'armée de campagne, et la distribution d'un premier lot a été faites à chacun des régiments d'infanterie.

Une question reste en litige : celle du mode de transport et de traction des engins. Le lieutenant adjoint d'Etat-major Blancgarin, de la garnison de Bruxelles, préconise l'utilisation du chien de trait ; ses idées viennent d'être défendues par l'auteur, dans le *Bulletin de la Presse et de la bibliographie militaires* du 15 janvier dernier, et un lot de voiturettes lui a été remis pour expériences.

Quoi qu'il en soit, les armes sont entre les mains des troupes de campagne. C'est le point capital.

Il reste encore à en doter nos places fortes. Nul doute que les forts de la Meuse en recevront bientôt, tant pour la défense des glacis que pour compléter celle des fossés. A Anvers il est déjà certain que les ouvrages en recevront une certaine quantité.

L'armement de la cavalerie est également appelé à subir des transformations. Elle utilise actuellement une lance en bambou, le sabre, la carabine allégée 1889 et le pistolet Browning 1900.

La lance, très prisée par nos cavaliers, n'a pas été l'objet jusqu'à ce jour, à leur avis, d'une solution idéale. Le général major de Witte, présidant une commission de l'arme, a récemment présenté des propositions nouvelles visant d'heureuses améliorations. Il est vraisemblable qu'une suite favorable leur sera donnée dans un délai très court, et possible que toute notre cavalerie reçoive la lance.

La carabine allégée 1889, avouons-le, est un monstre. Cette arme, du type Mauser, pour laquelle on a tout sacrifié aux petites dimensions, tire sans précision. C'est un fait reconnu de tous les spécialistes. Certains indices nous font supposer qu'il est question de lui

substituer une arme à feu beaucoup mieux conçue, telle par exemple que la carabine des artilleurs de forteresse qui, la dernière venue, a des qualités balistiques supérieures même à celles du fusil.

Quant au pistolet Browning de 7,65 mm., il conserve de solides qualités. On a cherché à le détrôner en faveur d'un pistolet avec gaine-crosse de puissance supérieure, présenté par la Fabrique nationale de Herstal et adopté en Suède. Les premiers essais comparatifs ont été tout entiers à l'avantage du pistolet réglementaire.

La cavalerie, appelée fréquemment à combattre par le feu, pied à terre, doit être soutenue par des détachements de mitrailleuses. Quatre pièces desservies par 13 hommes, officiers compris, et employées à bon escient produiront un effet équivalent à celui du tir d'un escadron de 150 cavaliers. Mais il importe que les engins soient très mobiles et puissent suivre les chevaux dans tous les terrains et à toutes les allures. C'est dans ce but que les anciens établissements Hotchkiss ont construit un fusil mitrailleur dont quatre exemplaires ont été remis à la troupe pour expériences.

Nous signalerons aussi avec toutes les réserves qui s'imposent, le fusil mitrailleur système Général A. Berthier Pacha, un français naturalisé sujet ottoman. Ce fusil, mis au point par l'ingénieur de la société franco-belge d'armes portatives automatiques de Liége, a été présenté à la Manufacture d'armes ; quel que soit son sort, il marque, en tous cas, une tentative intéressante qui, pensons-nous, pourrait avoir un lendemain.

L'artillerie montée belge possède le canon Krupp de 75 mm. du dernier modèle, nettement supérieur aux matériels plus anciens des Allemands et des Français. Les études relatives au choix d'un obusier de campagne à tir rapide ont porté les préférences des artilleurs sur la pièce de 9,5 cent. Krupp-Cockerill.

La 26e batterie montée, commandée par le capitaine Laureys a pris possession d'un matériel de quatre pièces afin de procéder aux derniers essais préliminaires à une décision définitive qui sera prise à l'occasion de la réorganisation de notre armée qui prévoit la création de 33 batteries à quatre pièces.

Les Allemands ont introduit trois batteries de six obusiers dans chaque division d'infanterie de douze bataillons, soit 1.5 pièce par 1000 fusilliers. Nous aurons, comme nous l'avons dit, six batteries à quatre pièces par division de dix-huit bataillons, soit 1,33 pièce par 1000 fantassins.

Le canon est naturellement pour l'artilleur l'arme principale, celle du champ de bataille. Mais, en campagne, la troupe peut-être appelée à se défendre, soit au cantonnement surpris par l'adversaire, soit au parc des voitures, soit encore en marche, si elle tombe dans une embuscade. Jusqu'à présent les canoniers ont disposé pour leur défense personnelle, d'un sabre et du pistolet. Or, dans les différents cas énumérés, la lisière voisine, d'où part l'attaque, peut se trouver à 200, 300, voire 400 mètres de distance. Comme le pistolet automatique, dépourvu de hausse, ne permet pas un tir efficace à plus de 50 mètres, on a soulevé la question de savoir s'il ne conviendrait pas de doter les artilleurs de campagne d'une carabine. Nous pensons qu'il y a lieu de faire une distinction entre les servants des pièces et les conducteurs des attelages. Ceux-ci contraints de rester à la tête de leurs chevaux pour éviter les paniques ne peuvent faire le coup de feu à distance. Toutefois, pour des raisons d'ordre moral, ils ne doivent pas rester désarmés. Un pistolet leur suffit en tous cas.

Quant aux servants, ils pourraient être dotés d'une carabine, encore que cette solution, qui n'est pas neuve, prête à l'inconvénient suivant révélé par l'expérience

des guerres : sur le champ de bataille, les cannoniers, menacés à petite distance, ont toujours cédé à l'instinct et abandonné leurs pièces trop tôt pour se servir de la carabine. Il convient cependant de tenir compte, pour ne pas se fausser les idées, de ce qu'autrefois la vitesse du tir à boîtes à balles ne dépassait pas deux coups à la minute, et par pièce, tandis qu'aujourd'hui, vingt-cinq schrapnels, réglés courts, seront lancés dans le même laps de temps par une seule bouche à feu.

D'un autre côté les boucliers des pièces assurent jusqu'aux derniers moments, une protection efficace, que les servants des guerres passées n'avaient certes pas.

Il est donc probable que ces nouveaux organes auront pour conséquence de retenir instinctivement les canonniers à leurs pièces, chaque fois que l'attaque se fera dans le secteur frontal.

Si l'ennemi se présente en flanc ou à revers, la bouche à feu ne peut lui faire face. Elle est ancrée dans le sol ; il faut donc un certain temps pour la mettre en batterie dans la nouvelle direction. D'ailleurs les unités d'artillerie sont disloquées en profondeur, suivant plusieurs échelons. Les pièces risqueraient d'atteindre des troupes amies quand, pour répondre à une attaque par surprise d'une troupe de cavaliers, elles seraient braquées vers l'intérieur de la position.

Si nous étions appelé à donner un avis sur l'opportunité de doter l'artillerie montée de carabines, nous proposerions de les réserver aux servants des pièces, tandis que le pistolet automatique resterait l'arme de défense personnelle des conducteurs et des gradés. Ces derniers ne recevraient pas d'arme à feu de longue portée, contrairement à ce qui se passe à l'infanterie et à la cavalerie, parce que leur mission principale, en cas de lutte à courte distance, consisterait à seconder les officiers dans le maintien du calme dans les colonnes

ou parcs de voitures, mission qui exclut la coopération à la défense par le feu.

Le besoin constaté de combinaison des effets de l'infanterie et de l'artillerie a fait rechercher si on ne pourrait, dans le combat à courte distance autour des positions retranchées, faire usage d'engins meurtriers à trajectoire courbe, allant, lorsque le canon de l'obusier ne peut plus suffire à cette mission, atteindre le fantassin derrière les couverts qu'il a créés à la pelle, ou le chasser de ses positions par l'explosion de gaz méphitiques rendant les ouvrages intenables. Et on en est revenu aux grenades à main. Le bataillon du génie de Liége a procédé à des expériences qui, dès 1911, ont abouti à l'adoption du type préconisé par le capitaine-commandant Deslaeve ; les forts de la Meuse en ont reçu chacun une certaine quantité. A la suite d'études ultérieures, un officier du 14e régiment de ligne, le lieutenant Roland, et un ingénieur liégeois bien connu, M. Delattre, ont présenté un nouvel engin de l'espèce qui a donné lieu en 1912 et tout récemment encore, à des expériences assez remarquées faites en présence des autorités militaires. Il n'est pas défendu de penser que la grenade Roland-Delattre est appelée à faire partie des prochains approvisionnements de guerre.

La question de l'armement ne doit pas préoccuper les organisateurs d'une armée au point de leur faire négliger les autres engins militaires dus aux perfectionnements techniques modernes.

Dans un pays comme le nôtre, le rôle de la fortification permanente est très important. Nous avons su le comprendre et nous y avons concentré une grande partie de nos efforts militaires de ces dernières années.

La position fortifiée d'Anvers a fait l'objet d'une étude approfondie. La Commission de 1900 s'était évidemment préoccupée de sa mise en état de défense

conforme aux derniers perfectionnements de l'art, et aux intérêts de la population civile dont la volonté d'expansion était étouffée par une enceinte devenue trop étroite.

A cette époque, la place comprenait trois parties bien distinctes : la partie située sur la rive droite, la partie située sur la rive gauche et le Bas-Escaut.

Sur la rive droite existaient trois lignes de défense successives : la ligne avancée, établie à hauteur du Rupel et de la Nèthe, la deuxième ligne, appelée communément camp retranché, et l'enceinte formant troisième ligne.

La ligne avancée comprenait trois forts et deux redoutes satisfaisant complètement aux exigences de la poliorcétique moderne et défendant, efficacement, un espace de 20 km. Un espace de même étendue pouvait être couvert par les inondations.

Or, cette ligne avancée avait un développement de 72 km. ; il restait donc 32 km. sans aucune défense permanente. Il était illusoire de compter, pour boucher les énormes trouées de la ligne, sur l'efficacité d'ouvrages semi-permanents, à compléter au dernier moment.

Quant à l'armée de campagne elle était également impuissante à boucher ces trouées, dont l'étendue était hors de proportion avec les effectifs disponibles.

L'ennemi était par conséquent laissé en mesure d'attaquer la deuxième ligne. Celle-ci, composée d'ouvrages datant de 1860, n'avait subi depuis lors aucune amélioration. Les forts étaient hors d'état de résister aux projectiles actuels de l'artillerie : un simple bombardement en eût eu promptement raison.

La troisième ligne, ou enceinte, laissée dans le même état que le camp retranché pouvait, de plus, être bombardée par les batteries établies pour la destruction des forts de deuxième ligne. La ville même n'était pas à

l'abri, sur une profondeur de 4 kilomètres, des projectiles de ces batteries.

Sur la rive gauche, s'élevaient deux lignes :

Une ligne avancée dont un seul fort, celui de Steendorp (Rupelmonde), existait, et une deuxième ligne composée de deux forts de l'ancien modèle et d'une digue défensive. Sur cette rive, l'ennemi pouvait installer, tout de suite, ses batteries de manière à bombarder efficacement Anvers.

Le Bas-Escaut possédait deux lignes de défense, l'une située au coude de Calloo, à hauteur du camp retranché ; l'autre formée par la coupole qui termine l'enceinte, au Nord. Les ouvrages du coude de Calloo satisfaisaient très incomplètement, dans leur ensemble, aux conditions d'une bonne défense, soit à cause de leur constitution, soit à cause de leur armement, soit à cause de leur action insuffisante sur le fleuve.

Les navires de guerre pouvaient s'embosser à hauteur de Liefkenshoek et, de là, bombarder le port et la métropole sans que les fortifications pussent les en empêcher (1).

Le projet de loi relatif au système défensif d'Anvers et à l'extension de ses installations maritimes fut déposé, le 16 mai 1905, sur le bureau de la Chambre.

La discussion s'ouvrit le 11 juillet suivant, pour se terminer le 24 janvier 1906. Elle s'étendit particulièrement, au point de vue qui nous intéresse, à la nouvelle enceinte et aux modifications apportées au projet de tracé de la ligne avancée.

La 3e ligne fut condamnée à disparaître et à être remplacée par une nouvelle enceinte reportée à hauteur de l'ancien camp retranché. Sur la rive droite, les ouvrages de 1860, remis en état de défense, seraient

(1) Ces divers renseignements sont extraits du Rapport remis le 11 mars 1901 par la sous-commission des forteresses, créée le 4 mars 1901.

reliés par une grille défensive soutenue de proche en proche par des redoutes nouvelles pour infanterie et petits canons à tir rapide.

Les forts de Merxem et Oorderen jalonneraient, au Nord, une enceinte continue avec fossé plein d'eau ; sur la rive gauche, on maintiendrait l'ancienne deuxième ligne dont les ouvrages seraient réfectionnés.

Quant à la ligne avancée, elle comprendrait, sur la rive droite de l'Escaut, 16 forts, 3 fortins et 10 redoutes; sur la rive gauche, 3 forts et 2 redoutes. Les inondations y rendraient le terrain peu accessible.

Sous l'impulsion du Gouvernement et des autorités militaires, les travaux et l'armement se poursuivent avec la plus grande activité.

Plusieurs ouvrages nouveaux sont déjà occupés par des batteries d'artillerie, et la répartition de celles-ci dans les forts de première ligne est décidée depuis le 1er mars dernier.

On sait que par Arrêté Royal du 20 avril 1906, l'enceinte fortifiée de Termonde a été déclassée.

Les têtes de pont de Liége et de Namur sont de construction postérieure à l'invention des obus torpilles. Les forts y sont bétonnés et l'armement est placé sous des coupoles. Les ouvrages restent, à l'heure présente, susceptibles d'une défense énergique. On leur a cependant adressé certains reproches, parmi lesquels nous citerons l'uniformité de la conception. Partout, on y trouve deux canons de 150 mm., deux ou quatre canons de 120 mm., un ou deux obusiers de 21 centim., suivant qu'il s'agit d'un fort ou d'un fortin. Or il est certain que, sur la rive gauche de la Meuse, à Liége, par exemple, où le terrain est à peine ondulé, les obusiers, pièces à tir courbe, se justifient peu, tandis qu'ils font au contraire défaut dans les forts de la rive droite, que déchirent profondément les multiples affluents de ce fleuve. Une situation analogue se révèle à Namur.

On étudie la possibilité de remédier à cet état de choses par le remplacement de certains canons par des obusiers. Il faut espérer que l'on aboutira dans cette voie à des résultats pratiques. Souhaitons également que l'on réussisse à remplacer les coupoles à éclipse pour canon de 57 mm., par des coupoles ordinaires, car ces bouches à feu, d'une importance capitale pour la défense rapprochée de l'ouvrage sont, actuellement, condamnées à rester dans la position éclipsée, jusqu'au moment où l'infanterie montant à l'assaut aura invité l'artillerie amie à faire reporter son tir sur d'autres buts que les forts, pour éviter de recevoir des schrapnels dans le dos.

A un autre point de vue, nous signalons une lacune à laquelle il serait facile de remédier. Elle concerne le service sanitaire des ouvrages. Ceux-ci, dans les places de la Meuse, risquent d'être cernés par l'adversaire. N'y aurait-il pas lieu de tenir compte de cette grave éventualité pour organiser dans chaque place, une réserve de médecins, de chirurgiens et d'assistants, qui seraient envoyés, au moment du besoin, dans les forts menacés d'investissement complet, à raison de deux chirurgiens et deux médecins expérimentés par ouvrage? Nous avons une confiance réfléchie dans la valeur défensive des points d'appui ; mais nous éprouvons certaines craintes relatives à l'état sanitaire de la garnison de 3 à 400 hommes enfermés dans ces caves tristes recouvertes de 3 mètres de béton. Il faut que le moral se maintienne, que les hommes sachent qu'ils seront bien soignés en cas de maladie ou de blessure graves. A Port Arthur, les Russes ont pu jusqu'au dernier moment, renouveler la garnison des forts attaqués. On sait combien la résistance fut opiniâtre, puisqu'on dut avoir recours à la guerre de mines pour venir à bout des défenseurs. On ne saurait donc prendre trop

de mesures pour maintenir la confiance dans le cœur des soldats.

Les questions relatives à l'aéronautique viennent, logiquement, se caser dans le chapitre de la technique moderne militaire.

Nous avons pu obtenir, par l'intermédiaire d'un ami, quelques renseignements très détaillés sur cette branche militaire dont l'importance n'échappera à personne. En voici le résumé.

L'introduction de l'aérostation à l'armée, date, en Belgique, de 1886. Jusqu'à ces derniers temps, le service aéronautique était confié à la compagnie spéciale d'Ouvriers et d'Aérostiers, casernée à Anvers. Cette compagnie, portée, à l'effectif de 240 hommes, sur pied de guerre devait former, à la mobilisation, 4 sections aérostatiques de forteresse, et un parc répartis à raison de 2 sections et le parc à Anvers, et d'une section dans chacune des têtes de pont de la Meuse.

C'est le 1er mai 1911 que la compagnie spéciale du Génie fut chargée d'organiser le service d'aviation ; à cet effet, elle détacha, sous la direction du lieutenant Nélis, dont le nom est bien connu au delà des limites militaires du pays, deux officiers, quelques sous-officiers et soldats à Brasschaet, pour former le personnel de l'École d'Aviation.

Cette situation rudimentaire ne doit pas durer ; peut-être le service aéronautique aura-t-il été l'objet d'une réorganisation au moment où paraîtront ces lignes ; voici, dans l'état actuel des dispositions admises, les principes de cette réorganisation qui, en tous cas, est prochaine.

La compagnie d'Ouvriers et d'Aérostiers prendra nom de compagnie d'Aérostiers du Génie ; outre les 4 sections de ballons captifs, elle fournira le personnel nécessaire à la manœuvre des ballons dirigeables

belges, qui, au début, se réduiront à deux unités : la *Belgique III* et un *Zodiac*.

Il sera créé une compagnie d'Aviateurs dépendant, directement, de l'État Major de l'Armée et maintenue, en tout temps, sur le pied de guerre. De la compagnie dépendront, en temps de paix, une école militaire d'aviation (Brasschaet) et des écoles civiles de préparation. En sus du cadre permanent d'officiers, la compagnie d'Aviateurs comprendra des officiers aviateurs et observateurs, issus de toutes les armes, et placés momentanément hors cadre.

Tant que le nombre de divisions d'armée restera fixé à quatre, il n'y aura que six escadrilles d'aviation dites de campagne, et composées chacune uniformément, de quatre avions identiques et des véhicules nécessaires à leur emploi en campagne.

Il y aura un centre principal d'Aviation, à Brasschaet ; des centres secondaires fixes, tels que ceux de Kiewit, Ans, Spa, Casteau etc., des centres de campagne, déterminés suivant les besoins du moment et le résultat des reconnaissances du temps de paix par le commandant en chef.

Cette organisation, que nous n'avons fait d'ailleurs qu'esquisser, devra être terminée en 1914. Il est certain que, si les places fortes doivent à leur tour être dotées d'escadrilles, et si le nombre des divisions d'armée de campagne est porté de quatre à six, il est désirable, pour ne pas dire *indispensable*, que les six escadrilles actuellement prévues soient complètement organisées dès 1913.

Ce n'est pas, croyons-nous, la pénurie des candidats qui mettra un obstacle à la réalisation de ce vœu. — Monsieur *Lebureau* daignera-t-il y mettre un peu du sien ?

Il est grand temps de terminer cet article dans lequel il n'a été possible que d'effleurer une foule de questions

se rapportant à la réorganisation militaire du pays. Peut-être nous reprochera-t-on d'avoir été si prolixe et d'avoir cependant négligé de faire connaître les mesures destinées à garantir la moralité de nos jeunes gens dans les casernes.

Nous savons que le Département de la guerre étudie les dispositions propres à tranquilliser les parents. Mais nous devons protester énergiquement contre les insinuations répandues trop souvent, par des personnes moins bien renseignées que mal intentionnées, contre notre corps d'officiers et de sous-officiers. Ceux-ci ont des opinions politiques, religieuses et philosophiques très différentes ; mais ils ne les manifestent pas en présence de leurs subordonnés.

Quant à la moralité des casernes, elle laisse moins à désirer que celle des ateliers et des usines; la vie commune et à découvert, sans séparation dans les chambrées, est une garantie pour les jeunes gens car les brebis galeuses sont tenues en laisse par le respect humain. On devra surtout réglementer les heures de sortie et contrôler les permissions de nuit, si on veut diminuer les risques courus par tous ces jeunes cœurs de 20 ans que la fougue de la jeunesse et, souvent aussi, les attraits de la ville font succomber aux tentations de leur âge. Il n'est pas difficile d'imaginer un système qui rappellerait la vie de l'école militaire et des écoles régimentaires où les mercredi soir et dimanche, seuls, sont consacrés aux sorties de l'établissement.

Nous n'avons pas voulu donner, à cet article, les allures d'un panégyrique ou d'une critique du nouveau Département de la Guerre. Aussi nous abstiendrons-nous de toute appréciation d'ensemble. Nos lecteurs sont libres de s'être fait une opinion de l'état actuel des questions militaires en Belgique : nous ne voulons pas leur imposer la nôtre.

JEAN NÉLUSEY.

ORIENTATIONS NOUVELLES

DANS

L'ÉTUDE DU MÉTABOLISME ANIMAL

INTRODUCTION

Nous employerons l'expression technique de « métabolisme » pour désigner d'un mot l'ensemble des transformations chimiques subies par les aliments, dans un organisme, depuis le moment de leur absorption jusqu'à celui de leur élimination sous forme de déchets. Le métabolisme comprend une phase ascendante, l'anabolisme, et une phase descendante, le catabolisme. Au lieu d'anabolisme et de catabolisme on disait jadis — et rien n'empêche de le dire aujourd'hui encore — assimilation et désassimilation ; malheureusement le sens de ces termes a dû subir des transpositions qui le rendent ambigu. Des travaux récents ont précisé la portée relative des deux phases du métabolisme : nous exposerons en les groupant leurs principales conclusions (1).

A vrai dire, il n'est peut-être pas de chapitre de physiologie qui se soit autant métamorphosé, depuis

(1) Pour répondre au désir de quelques lecteurs de nos précédents articles, nous encadrerons ici, plus complètement, notre chronique des recherches récentes dans un rappel de quelques points de vue généraux où elles puissent se coordonner. Nous nous sommes résolu aussi à omettre la bibliographie spéciale, trop abondante, et d'ailleurs facilement accessible aux spécialistes dans des recueils qu'ils connaissent.

peu d'années, que celui de la nutrition. Dans les Traités un peu anciens — le temps leur donne une patine vénérable en moins de vingt ans — l'ensemble des phénomènes du métabolisme se distribuait sous trois grands titres : la digestion, l'assimilation proprement dite, et l'excrétion urinaire ou pulmonaire. Entre ces chapitres, peu ou point de connexions : guère autre chose qu'une succession chronologique de phénomènes qui ne s'éclairaient pas beaucoup mutuellement. Aujourd'hui les particularités de la digestion chimique d'une part et de l'excrétion urinaire d'autre part, sans suffire encore à définir, par une sorte de déduction convergente, la fonction centrale d'assimilation, permettent cependant d'en enserrer la notion entre des limites infiniment plus rapprochées.

Bien plus, l'assimilation cellulaire, l'intégration au protoplasme vivant, point culminant, théoriquement postulé, des phénomènes nutritifs, a cessé d'en apparaître comme le lieu de passage nécessaire. Car le cycle de l'aliment, quelle que soit sa nature chimique, peut se développer et s'achever en dehors de ce qu'on est convenu d'appeler la « trame vivante » ; et l'on dirait volontiers que le classique « tourbillon vital » n'emporte presque plus autre chose que du combustible mort.

En même temps que s'affirmait cette rectification fondamentale d'une notion traditionnelle, d'autres secrets intimes se révélaient aux adeptes d'une science jeune et chercheuse, la Biochimie. C'était, entrevu encore plutôt qu'analysé, l'enchevêtrement déconcertant des réactions nutritives, tour à tour dissociatrices et synthétiques, dont les alternances et les entrecroisements défient toute formule simpliste. Puis ce fut — pour ne point parler ici des processus purement régulateurs, comme le jeu des sécrétines et des hormones, — la multiplication envahissante de ces agents impalpables

que sont les ferments chimiques, les enzymes : on s'habitua si bien à rencontrer à chaque pas leur influence qu'on en vint à les postuler, là même où leur action caractéristique ne les trahissait pas. Et jusqu'à la topographie de ces ferments devenait instructive, en effaçant les délimitations trop nettes qu'avaient esquissées les premiers observateurs.

Pour nous orienter dans cette masse considérable d'observations et de problèmes nouveaux, nous pourrions considérer d'abord, en eux-mêmes, puis dans leurs rapports qualitatifs et quantitifs, le point de départ et le terme ultime du métabolisme animal. A la lumière des indications recueillies, nous chercherions ensuite à nous faire une idée plus précise de l'assimilation proprement dite. Enfin nous jetterions un coup d'œil rapide sur quelques réactions intermédiaires qui la préparent ou la suivent.

PREMIÈRE PARTIE

POINT DE DÉPART ET TERME ULTIME DU MÉTABOLISME ANIMAL

§ 1. *Complication introduite par la présence d'un milieu intérieur*

Considérons un organisme très simple, unicellulaire, un protozoaire par exemple. Entre le milieu extérieur où il plonge et les mailles de son protoplasme, les échanges se font sans intermédiaire. Que l'aliment soit élaboré avant même d'avoir quitté le milieu ambiant, grâce aux ferments déversés par le petit organisme dans le liquide qui le baigne ; ou bien, que l'aliment, capté par un pseudopode et enclavé dans le cytoplasme, y subisse, au sein d'une vacuole creusée tout

exprès pour lui, une véritable macération digestive ; ou bien, enfin, que l'aliment déjà liquide ou en solution, n'ait besoin, pour pénétrer par osmose dans le corps cellulaire, d'aucune élaboration préalable, toujours est-il que cet aliment, une fois traversée une phase préliminaire aussi réduite que possible, est emporté d'emblée dans le métabolisme intra-cellulaire : dans ce métabolisme, précisément, qu'on s'est accoutumé, à tort ou à raison, de considérer comme l'ultime et inviolable retraite de la vie. Les échanges nutritifs, dans des organismes très simples, unicellulaires ou pluricellulaires, sont donc immédiats — ou à peu près — entre le milieu extérieur et les cytoplasmes.

Mais, en remontant la série animale, se rencontrent bientôt des types dont la structure est beaucoup plus compliquée. Dès que les massifs cellulaires prennent quelque importance, il s'y propage un système de cavités permanentes. Et celles-ci sont de deux espèces. Les unes — quelle que soit leur origine embryologique — s'ouvrent à l'extérieur et ne représentent en somme qu'un prolongement du milieu ambiant : c'est le cas du tube digestif ; les autres sont des cavités closes entourées de tissus intacts, et — quelle que soit, encore une fois, leur origine embryologique — elles constituent un espace strictement intrasomatique : ce seront par exemple les canalisations sanguine et lymphatique, ou bien les lacunes interstitielles des tissus.

Dans les cavités closes circule un liquide qui prend, à mesure que progresse l'organisation animale, une importance croissante et des caractères très spéciaux. Deux caractères surtout deviennent évidents chez les animaux supérieurs : la tendance de ce liquide interne à devenir de plus en plus l'intermédiaire obligé entre le milieu extérieur et les différents tissus, la route des grands charrois alimentaires ; puis, secon-

dement, l'indépendance de plus en plus complète qu'acquièrent, au regard des variations du milieu extérieur, les propriétés physiques et chimiques de ce liquide : volume, température, pression osmotique, composition quantitative et qualitative... Un liquide interne qui présente ces caractères répond à la notion de « milieu intérieur » si parfaitement analysée par Claude Bernard.

On conçoit que la constitution d'un pareil milieu doive avoir un contre-coup très étendu sur l'exercice des fonctions de nutrition. Le métabolisme, dans sa phase ascendante aussi bien que dans sa phase descendante, procédera désormais par *deux étapes :* une première s'étendant entre le milieu extérieur et le milieu intérieur, une seconde entre le milieu intérieur et les tissus.

L'objet de cet article étant avant tout l'étude des phénomènes nutritifs chez l'homme, nous aurons à compter dès le début avec la complication qu'introduit cette notion de milieu intérieur. Chez un protozoaire, le point de départ du métabolisme se signale assez évidemment par les premières transformations que subit l'aliment présenté ; mais où donc placer chez l'homme le moment initial qui serait homologue de ce point de départ ? sera-ce dans le tube digestif, ou bien dans le milieu intérieur, ou bien seulement dans les cellules des tissus ? Si la digestion, par exemple, n'avait d'autre but que de préparer l'absorption des aliments, sans les acheminer encore vers leur forme chimique d'utilisation, ne faudrait-il pas dire que la digestion est préalable au métabolisme, au lieu d'en être l'étape initiale ?

Voyons si l'expérience répond à cette question préliminaire, qui peut d'ailleurs, selon les points de vue, être simple affaire de mots ou couvrir des problèmes plus profonds.

§ 2. *Le point de départ du métabolisme.*

a) *Tableau ancien de la digestion chimique.* — La digestion chimique chez l'homme et les animaux supérieurs n'est point encore parfaitement connue. Pourtant le tableau qu'on s'en faisait jadis s'est trouvé profondément modifié, et bien des traits ont acquis une précision très satisfaisante. Occupons-nous seulement, parmi les nombreux problèmes que soulève la fonction digestive, des transformations chimiques de la masse alimentaire et des agents immédiats qui les effectuent ou les secondent.

Voici le tableau relativement simple que l'on traçait de la digestion chimique il y a une vingtaine d'années (1) :

1. Dans la bouche, sous l'influence de la ptyaline de la salive, hydratation des amidons ou fécules et leur transformation en glucose.

2. Dans l'estomac, outre la caséification du lait par la chymosine, peptonisation des albumines, grâce à la pepsine du suc gastrique. L'action de la pepsine n'allait pas, croyait-on, au delà de la formation de peptones ; et elle pouvait d'ailleurs, *in vivo*, rester en deçà : si bien qu'à la fin de la digestion gastrique le contenu de l'estomac devait présenter surtout des acidalbumines (syntonines), des albumoses et une moindre quantité de peptones.

3. Dans l'intestin, l'action de la trypsine du suc pancréatique se substituait à celle de la pepsine, pour aboutir à la formation d'un mélange d'antipeptones et

(1) Nous choisirons comme type un Traité français des plus estimés : les « Nouveaux éléments de physiologie humaine » de H. Beaunis. 2 vol. 3e édition. Paris, 1888. Plusieurs de nos lecteurs se rappelleront sans doute, comme nous-même, combien l'enseignement biochimique qu'ils reçurent à une époque beaucoup plus rapprochée répondait encore au point de vue de Beaunis.

d'hémipeptones (Kuhne), produits d'hydratation des albumines sans dislocation profonde de leur molécule. Lorsqu'on faisait se prolonger *in vitro* l'action de la trypsine, les antipeptones demeuraient inchangées, mais les hémipeptones se désagrégeaient en sous-produits abiurétiques ; bases organiques, acides aminés, ou même moins encore : indol, scatol, acides gras volatils, ammoniaque, acide sulfhydrique, anhydride carbonique, hydrogène, azote : bref, la démolition poussée pour une part jusqu'aux derniers moellons. Sur le sort et l'utilisation possible de ces décombres, accumulés par la dissociation des hémipeptones, on demeurait perplexe ; ou bien l'on se disait que l'action de la trypsine dans l'intestin était trop peu prolongée pour poser pratiquement l'embarrassante question.

On reconnaissait au suc pancréatique d'autres efficiences encore : sur les féculents, qu'il transformait en glucose, et sur les graisses, qu'il émulsionnait avec la collaboration de la bile. Au sujet de cette dernière, on ne savait trop s'il convenait de lui attribuer un rôle digestif direct ou seulement indirect.

4. Une obscurité plus profonde enveloppait la fonction du suc entérique. Sur la foi d'expériences difficiles à interpréter, les uns affirmaient, les autres niaient son action sur les albumines. On lui reconnaissait généralement un pouvoir diastasique sur les féculents, et, à la suite de Claude Bernard, on y signalait la présence d'une invertine.

Telle était à peu près l'idée qu'on se faisait des phénomènes digestifs. Deux points de vue la commandaient, qui nous intéressent spécialement ici. D'abord on concevait la digestion très exclusivement en fonction de l'absorption digestive : le but — et donc aussi la mesure — des premières transformations chimiques de l'aliment semblait être uniquement de rendre possible sa pénétration par osmose dans le milieu intérieur.

Ensuite, on s'exagérait la spécialisation de la fonction digestive, et l'on parquait trop sévèrement les différentes enzymes dans des segments différents du canal alimentaire.

Le progrès des recherches, tout en introduisant dans le chapitre de la digestion une complication extrême, ramène au jour la notion d'une unité plus étroite des diverses phases de la nutrition, et d'autre part, en révélant la topographie si enchevêtrée des ferments, tend à rappeler l'homologie segmentaire du tube digestif, ou même, disons plus, l'homologie foncière qui relie entre eux tous les protoplasmes vivants dans une communauté de propriétés radicales. C'est ce qu'il nous faut à présent considérer.

b) *Types chimiques alimentaires.* — On voudra bien se souvenir que nos aliments usuels sont des produits complexes, contenant en proportions diverses les quatre types chimiques suivants :

1° Eau et substances minérales. Malgré leur importance alimentaire, nous ne parlerons pas ici de ces substances, qui peuvent bien, sans doute, entrer en réaction dans le tube digestif, mais n'y sont pas à proprement parler sujettes à digestion.

2° Hydrates de carbone. Pratiquement ils se présentent dans notre alimentation sous la forme presque exclusive de dérivés d'hexoses ($C_6H_{12}O_6$) : anhydrides simples, par exemple le saccharose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), ou polyanhydrides, par exemple les fécules $(C_6H_{10}O_5)^m$. On voit facilement à quel genre de réactions leur constitution chimique les prédestine : des hydratations, qui les amèneront directement ou par étapes à la forme aldéhydique ou cétonique d'hexoses (dextroses et lévuloses) : c'est leur sort au terme de la digestion ; puis, des soudures en bloc à d'autres radicaux, par exemple à des fragments de la molécule d'albumine : nous rencontrerons cette réaction plus loin ; enfin des oxyda-

tions, qui les réduisent finalement, avec un dégagement de chaleur considérable, en anhydride carbonique et en eau.

3° Graisses. Elles sont de deux sortes : *a)* Les graisses neutres, triglycérides formés par la fixation d'un radical d'acide gras sur chacun des trois oxhydriles de la glycérine. Cette soudure triple s'opère avec libération de trois molécules d'eau. Le processus inverse, la réhydratation de la graisse neutre, en séparerait les deux composants, glycérine et acides gras, et les restituerait à leurs réactions naturelles sur le milieu où ils plongent : si l'acide gras y rencontre un métal alcalin, il constituera avec lui un « savon » soluble dans l'eau. La digestion intestinale des graisses est une saponification de ce genre. *b)* Le second type des graisses intervenant dans l'alimentation sont les lécithines, qui se rencontrent dans le jaune d'œuf et en général dans les tissus jeunes. La lécithine est une graisse phosphorée, dans laquelle les oxhydriles de la glycérine sont saturés, moyennant déshydratation, par deux radicaux d'acides gras et un radical d'acide phosphorique sur lequel est fixée une base organique azotée, la choline. Ici encore l'hydratation doit avoir pour effet de fragmenter la molécule en déboîtant ses grosses articulations.

Comme les hydrates de carbone, les graisses sont susceptibles de combustion avec déchet final de CO_2 et de H_2O.

4° Albumines. Il est indispensable de rappeler ici le type de structure des matières albuminoïdes, qui fournissent la presque totalité de l'azote alimentaire. La molécule d'albumine est aussi volumineuse que complexe. Alors que le poids moléculaire de l'amidon, produit polymérique, est 486, et que celui d'une graisse neutre comme la tristéarine monte jusqu'à 890, il fau-

drait, d'après A. Gautier, estimer celui de l'albumine à 5739 (Hugounenq).

La complexité ne le cède en rien aux dimensions moléculaires. L'emploi des trois grandes méthodes d'hydrolyse — hydrolyse par les hydrates alcalins (Schützenberger), par les acides bouillants (Kossel), ou par les ferments protéolytiques — permit, en faisant s'insinuer de l'eau, comme un coin, dans la molécule d'albumine, de cliver celle-ci dans tous les sens et d'en analyser les produits dissociés.

Quelques-uns des moellons de l'édifice albumineux offrent pour nous un intérêt spécial. Ces moellons sont d'ailleurs eux-mêmes pour la plupart des produits complexes, dont nous ne pouvons songer à analyser ici la structure. Outre de l'anhydride carbonique, de l'acide oxalique et de l'ammoniaque, dans les proportions de l'urée et de l'oxamide ($NH_2.CO.NH_2$ et $NH_2.CO.CO.NH_2$), les fragments de la molécule d'albumine présentent surtout, en proportions diverses :

a) des acides monoaminés, c'est-à-dire présentant une fois le groupement amidogène NH_2. Par exemple le glycocolle, l'alanine, la leucine etc.

b) des acides diaminés, présentant deux fois le groupement amidogène. Ceux-ci, comme la lysine, l'arginine, etc., ont une réaction fortement basique, et furent appelés par Kossel des « bases hexoniques » (c'est-à-dire, contenant comme les hexoses six atomes de carbone).

Ces deux sortes d'acides amidés peuvent être constitués soit en chaîne cyclique (dérivés benzoliques), comme la tyrosine ou la phénylalanine, soit en chaîne hétérocyclique, comme l'histidine ou le tryptophane, soit en chaîne ouverte, comme la cystine ou les amino-acides que nous avons cités sous les titres *a* et *b*.

Il faut remarquer que ces derniers, les acides aminés non-cycliques, possèdent une chaîne principale qui se

rattache étroitement à des hydrates de carbone bien connus : l'alanine est un dérivé amidé de l'acide propionique, la leucine de l'acide capronique, la sérine de l'acide lactique, et ainsi de suite. La désamidation de pareils aminoacides doit libérer un radical hydrocarboné.

Les acides monoaminés aussi bien que les bases organiques ont une extrême importance au cours du métabolisme animal. Nous ferons appel plus loin aux notions sommaires rappelées ici.

Les indications livrées par l'hydrolyse des albumines trouvèrent une merveilleuse confirmation dans les essais de synthèse tentés plus récemment par Em. Fischer et Abderhalden. Fischer, partant de l'idée déjà proposée par Hofmeister, que les albumines sont des produits de condensation d'acides aminés, réussit à fixer jusqu'à une vingtaine de ceux-ci les uns sur les autres, et obtint une série de produits qu'il appela des « polypeptides ». Les polypeptides présentent la réaction du biuret, et ressemblent singulièrement à de l'albumine faiblement entamée par hydratation, par exemple aux albumoses et aux peptones de la digestion peptique. On peut même raisonnablement les considérer comme des peptones de synthèse (1). Nous rencontrerons plus loin les synthèses physiologiques d'acides aminés obtenues par Abderhalden.

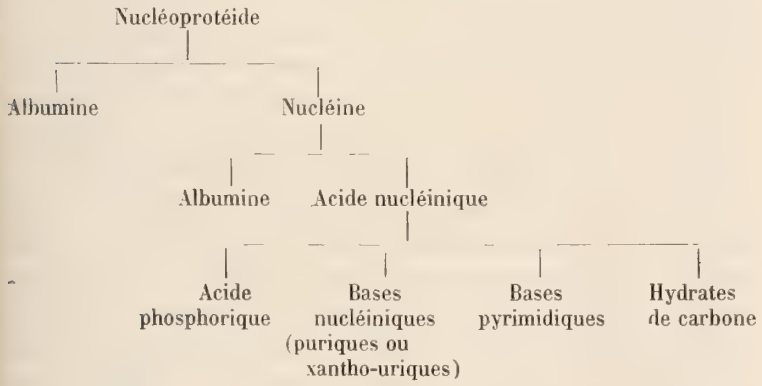
On conçoit qu'une molécule aussi complexe que celle d'albumine contienne beaucoup de moellons interchangeables et permette bien des types d'asymétrie ou de variétés stéréochimiques. Le chiffre des combinaisons possibles de ce chef s'élève à plus de 2300 trillions. Cette plasticité a certes son importance dans la nutri-

(1) La molécule du produit de synthèse obtenu par condensation de 18 acides aminés a pour poids moléculaire 1213 (E. Fischer).

tion, puisque la forme chimique de l'azote assimilé y est si rigoureusement spécifique (A. Gautier).

A côté des matières albuminoïdes dont nous venons de parler, et qui sont aussi bien des globulines que des albumines, signalons d'un mot le groupe des *protéides :* glycoprotéides, comme la mucine, composés d'un groupement albuminoïde uni à un groupement hydrate de carbone ; chromoprotéides, telle l'hémoglobine, combinaison d'une albumine et d'un noyau pigmentaire ; enfin, nucléoprotéides, constitués par la soudure d'une albumine à une nucléine.

Les nucléoprotéides se rencontrent surtout dans les noyaux cellulaires, et leur importance dans les phases les plus intimes du métabolisme ne peut manquer d'être considérable ; tous les tissus animaux ou végétaux qui entrent dans notre alimentation en contiennent. Voici, d'après un schéma reproduit dans plusieurs traités, l'indication des principaux plans de clivage des nucléoprotéides : on pourra juger par là de leur utilisation possible dans la nutrition :



Des nucléoprotéides, dont la forme la plus répandue est la nucléohistone, il faut rapprocher les nucléoalbumines, qui présentent un type chimique analogue mais des produits de dédoublement un peu différents. La

caséine du lait, la vitelline du jaune d'œuf sont des nucléoalbumines.

Nous dépasserions le but de cet article en nous attardant à signaler par le menu d'autres composés azotés qui peuvent entrer dans notre alimentation. Passons donc immédiatement à l'examen sommaire des transformations chimiques subies dans le tube digestif par les types alimentaires dont nous venons de rappeler la physionomie générale.

c) *Digestion buccale*. Elle n'a que peu d'importance pratique chez les animaux supérieurs, mais garde tout de même assez d'intérêt théorique pour que nous devions en dire quelques mots.

On sait depuis longtemps que les amidons et les fécules, composés polymériques répondant à la formule : $(C_6H_{10}O_5)^m$, de coefficient m assez élevé, sont hydratés progressivement sous l'action d'une diastase de la salive, la ptyaline. Le mode et l'amplitude de cette réaction sont maintenant mieux connus. La masse polymérique se désagrège en produits isomères, de moindre grandeur moléculaire, les amidons solubles. Ceux-ci, par hydratations successives, passent à l'état de dextrines, isomères encore mais de coefficient m réduit à une valeur de 9 à 2. Les dextrines s'échelonnent en produits de moins en moins complexes. D'après leur réaction vis-à-vis de l'eau iodée, on les divise en érythrodextrines et en achroodextrines. Les premières, sous l'action de la diastase, se laissent enlever successivement plusieurs molécules de maltose $(C_{12}H_{22}O_{11})$, jusqu'au moment où, dans un dernier clivage, elles donnent comme produits terminaux une molécule de maltose encore et une achroodextrine qui résiste à la ptyaline.

Plusieurs auteurs s'expliquent autrement le processus qui mène de l'amidon naturel à la maltose et à l'achroodextrine : ils supposent que l'amidon est un

mélange de deux espèces de substances, les amylocelluloses, transformées en maltose par un ferment approprié, une amylase, et les amylopectines, qu'un second ferment réduirait en achroodextrines. La ptyaline serait donc une association d'au moins deux ferments.

L'action de la ptyaline ne va pas au delà de la formation de maltose. Les anciens physiologistes se trompaient-ils donc lorsqu'ils supposaient que l'hydratation des féculents était poussée dans la bouche jusqu'au stade de glucose ? Pas tout à fait, car la salive semble contenir en petite quantité une autre diastase, une maltase, qui transformerait un peu de maltose en glucose. Mais cette réaction est insignifiante.

Est-ce tout ? On pourrait répondre : oui, au point de vue pratique. Mais au point de vue théorique, un examen plus minutieux permet des constatations intéressantes. Nous les énoncerons ici sans commentaire, nous réservant d'indiquer brièvement leur valeur théorique à la fin de notre revue de la digestion. La salive émulsionne légèrement les graisses rancies ; mais elle partage cette propriété avec toutes les liqueurs alcalines, et ce n'est donc point là une propriété digestive proprement dite (Ellenberger et Scheunert). La salive de certains mammifères invertit un peu le sucre de canne (saccharose : $C_{12}H_{22}O_{11}$), elle contiendrait donc un nouveau ferment, une invertine. Elle n'est pas non plus absolument sans action sur les albumines : elle provoque, d'après diverses observations, la dissolution de minimes quantités de fibrine. Des recherches plus récentes (Warfield, 1911) ont mis en évidence l'action de la salive sur le glycyltryptophane, produit de dissociation des composés albumineux. A peu près simultanément, un autre expérimentateur (Kölker, 1911), montrait que des produits azotés très divers, comme l'alanyl-d-alanine,

l'alanylglycine racémique, le leucylglycine racémique, la glycyltyrosine, le tripeptide (leucylglycyl-d-alanine) sont dissociés par un ferment contenu dans la salive. La dissociation du tripeptide conduit lentement à deux acides aminés.

Ce clivage de composés azotés permet de rapprocher l'action de la salive de celle de l'érepsine du suc entérique ; mais la constatation, encore une fois, n'a qu'un intérêt théorique.

d) *Digestion gastrique.* — La digestion stomacale se caractérisait, il y a peu d'années encore, par deux réactions fermentaires du suc gastrique : caséification du lait par la chymosine, et hydratation progressive des albumines, jusqu'au stade de peptones, sous l'influence de la pepsine. Entre la pepsine gastrique et la trypsine pancréatique, les physiologistes s'étaient accoutumés à tracer une démarcation nette, fondée sur une différence notable qu'ils croyaient reconnaître dans les caractères d'action : la pepsine entamait à peine la molécule d'albumine, la trypsine au contraire la disloquait profondément, comme nous le rappellerons plus loin.

Laissons la question, encore discutée, de la distinction ou de l'identité de la pepsine et de la chymosine (Pawlow, et autres) : ceci n'a guère d'importance au point de vue de cet article. Il est plus intéressant d'insister sur la connaissance meilleure que l'on a prise du rôle de la pepsine dans la digestion des composés albumineux.

En effet, la distinction entre la pepsine et la trypsine s'est réduite au point de devenir accidentelle. L'hydrolyse que provoque le premier de ces ferments est bien plus radicale qu'on ne l'avait cru : après une première hydratation qui la transforme en acidalbumine (syntonine), l'énorme molécule d'albumine se fendille suivant ses principaux plans de clivage, et s'effondre.

Dans la masse confuse des débris se rencontrent, en ordre de dimensions décroissantes, des albumoses, albumines à peine ébréchées ; des peptones, déjà dépourvues de soufre et de noyaux hydrocarbonés ; puis toute une gamme de polypeptides ; puis enfin des produits abiurétiques, dépourvus des propriétés caractéristiques des albumines et s'étendant, exclusivement, jusqu'au tryptophane, substance-mère de l'indol et du scatol (produits de la dissociation très avancée des albumines). N'était l'absence de tryptophane, ces produits de la digestion peptique seraient identiques à ceux de la digestion par la trypsine.

Mais de ce que la pepsine exerce *in vitro* cette action dissociatrice profonde, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'elle la pousse aussi loin dans l'estomac, où le séjour des aliments est relativement court. L'expérience directe peut éclairer ce point. De recherches d'Abderhalden et de ses élèves (1911), il résulte que les acides aminés, résidu d'une dislocation assez avancée des albumines, non seulement se rencontrent en notable quantité dans l'intestin, mais apparaissent aussi, quoiqu'en proportion moindre, dans le contenu stomacal. D'après un travail de London et Robinovitch (1911), le clivage des peptides se ferait dans l'estomac à proportion de 5 °/₀, contre un pourcentage de 20 °/₀ dans le jéjunum et de 33 °/₀ dans l'iléon.

Et il semble bien que la pepsine, ferment protéolytique puissant, soit aussi, conformément à la théorie cinétique des enzymes, un ferment synthétique (1). En effet, bien que l'on n'ait pas trouvé de traces positives d'une reconstitution d'albumines dans la muqueuse stomacale (Glogolew, 1911), on a pu obtenir, dans une solution chlorhydrique concentrée de produits de dis-

(1) Voir, sur la catalyse fermentaire et les ferments synthétiques, nos articles : « Pour faciliter la lecture des travaux récents de physiologie générale », 2e article, « Enzymes et catalyseurs ». REV. DES QUEST. SCIENT., janv. 1911.

sociation peptique, entre 5 et 70 degrés, une série de resynthèses sous l'action de la pepsine (Henriquez et Gjaldbäk, 1911).

Outre les albumines, la pepsine transforme encore plusieurs albumoïdes (gélatoses, élastoses) ; de plus elle dédouble les nucléoprotéides en une albumine et une nucléine. Cette dernière demeure inaltérée dans la digestion gastrique : c'est la dyspeptone des anciens auteurs.

Les graisses, contrairement à ce qu'on croyait, n'échappent pas totalement non plus à l'action du suc gastrique : celles qui se présentent déjà émulsionnées, comme la lécithine du jaune d'œuf, les globules graisseux du lait, sont hydrolysées dans une assez forte proportion, sous l'influence d'une lipase contenue, probablement à l'état de zymogène, dans la muqueuse stomacale (Travaux antérieurs et Pesthy, 1911). Un autre mécanisme fut mis en évidence (par Boldireff, 1904), qui assure une certaine digestion des graisses dans l'estomac. Nous le signalons ici, bien qu'il n'appartienne pas, à proprement parler, au chimisme stomacal. La présence de graisses dans le chyme gastrique détermine, au niveau du duodénum, un écoulement de suc pancréatique, qui reflue jusque dans l'estomac, et grâce à la lipase qu'il charrie, y émulsionne et saponifie les graisses alimentaires.

Le tableau d'ensemble de la digestion gastrique se trouve donc sensiblement modifié depuis quelques années : il comporte un dédoublement des graisses, un clivage des nucléoprotéides, et non plus seulement une hydrolyse des albumines. Cette dernière elle-même peut, théoriquement, être poussée dans l'estomac aussi loin que dans l'intestin. La durée relativement courte de la digestion stomacale empêche seule que la dissociation atteigne une forte proportion de corps abiurétiques. Après 5 ou 6 heures de digestion peptique,

chez le chien, le contenu stomacal consiste encore pour la majeure partie en albumoses : à côté de celles-ci se rencontrent, en beaucoup moindre quantité, des peptones et des polypeptides.

e) *Digestion intestinale.* — Dans la digestion intestinale, nous n'envisagerons, comme précédemment, que les phénomènes chimiques qui intéressent le métabolisme général.

On sait que la digestion intestinale est la résultante de l'action synergique de trois groupes de sécrétions : le suc pancréatique, le suc entérique et la bile. Sur le rôle du *suc pancréatique*, rien d'essentiel n'est venu s'ajouter à la conception plus ancienne que nous avons signalée. Par son ferment tryptique, il effectue un clivage profond de la molécule albuminoïde : la protéolyse est poussée jusqu'à la production d'acides aminés et d'autres corps abiurétiques, parmi lesquels se rencontrent les bases hexoniques et le tryptophane. Il attaque aussi directement les sous-produits de la protéolyse, par exemple les polypeptides, pour en pousser plus loin la dissociation. Ajoutons que la trypsine hydrolyse les albumoïdes et dédouble les nucléoprotéides, et nous aurons constaté que son action est, pour le fond, identique à celle de la pepsine : la principale différence est celle du milieu — acide ou alcalin — où s'effectue la réaction. La conception, longtemps classique de Kuhne, distinguant des hémipeptones dissociables et des antipeptones irréductibles, est maintenant abandonnée.

L'action du suc pancréatique sur les hydrates de carbone s'exerce en deux étapes : d'abord leur hydratation par une amylase qui les transforme en maltose, puis, sous l'influence d'une maltase, le dédoublement de chaque molécule de maltose en deux molécules de glucose.

Sur les graisses le suc pancréatique exerce une ac-

tion émulsive, qui est d'ailleurs la conséquence d'une action saponifiante, plus importante, due à la lipase qu'il contient.

Le rôle digestif de la *bile* est trop indirect pour nous retenir longtemps. Rappelons seulement la propriété qu'elle possède d'émulsionner les graisses liquides et d'en faciliter l'absorption, ainsi que l'action renforçante qu'elle manifeste vis-à-vis des ferments pancréatiques, surtout de la lipase. Il semble que ces propriétés découlent de la présence de colloïdes dans le liquide biliaire.

Le chimisme du *suc intestinal*, à peine soupçonné il y a vingt ans, a pris une importance considérable depuis la découverte de l'entérokinase, ferment activateur du suc pancréatique. Si le mode d'action de l'entérokinase demeure discutable, son action globale est hors de conteste. Nous n'y insisterons pas d'ailleurs, cette action activatrice n'intéressant qu'indirectement le métabolisme des matières alimentaires. Mais le suc entérique présente d'autres efficiences que nous ne pouvons omettre de signaler. Il contient une érepsine, ferment protéolytique impuissant à décomposer les albumines naturelles, sauf la caséine, mais attaquant les albumoses et les peptones jusqu'à les réduire en produits abiurétiques, comme le font la pepsine et la trypsine (Cohnheim, 1902). L'érepsine mordrait aussi sur les acides nucléiniques et en libérerait l'acide phosphorique, ce qui dépasse le pouvoir de la trypsine (Nakajama, 1904). D'après H. M. Vernon, l'érepsine se rencontrerait dans presque tous les tissus, surtout dans le rein, le pancréas, la rate, le foie et les muscles (1904). Du reste, nous devrons le faire remarquer encore, les ferments protéolytiques et autres ferments digestifs sont loin d'être confinés dans les sucs du canal alimentaire.

A côté de l'érepsine, la muqueuse intestinale contient

un second ferment agissant sur des produits azotés, une arginase (Kossel et Dakin, 1904), qui dédouble (en urée et en acide diaminovalérianique ou ornithine) une des bases hexoniques qui naissent de l'action protéolytique de la trypsine et de l'érepsine : l'arginine. De nouveau cette arginase existe dans d'autres tissus, par exemple dans le foie.

Nous nous bornons à énumérer quelques autres ferments du suc entérique : une amylase, comparable à la ptyaline ou à l'amylopsine ; une invertine ; une maltase ; une lactase, au moins chez les jeunes animaux ; enfin une lipase (Boldireff, 1904) pouvant dédoubler diverses graisses en émulsion.

Toutes les enzymes dont nous venons de parler appartiennent à la portion duodénale de l'intestin grêle, qui est le véritable intestin digestif. Pourtant l'iléon, partie terminale de l'intestin grêle, possède encore, malgré le ralentissement fonctionnel qui s'y manifeste, une amylase, une invertine, une lipase, et peut-être d'autres ferments. Plus loin même, dans le gros intestin, qui n'a plus de rôle digestif appréciable, apparaissent encore, en dehors des diastases microbiennes, une érepsine, une nucléase et une lipase (Wohlgemuth et Wakabayashi, 1911).

f) *Conclusions.* — On voit donc, et c'est une première conclusion que nous pouvons tirer de notre exposé, que les divers segments du tube digestif, malgré une différentiation fonctionnelle poussée assez loin, conservent néanmoins dans la topographie de leurs ferments bien des vestiges de leur équivalence primitive, bien des indices d'homologie. En effet : les enzymes protéolytiques se rencontrent partout, quoiqu'en proportion diverse, depuis la salive jusqu'aux liquides à peine digestifs du gros intestin ; les diastases des féculents ne sont guère absentes que de l'estomac ; les lipases, à partir de l'œsophage, occupent tous les

étages du tube alimentaire. Nous verrons plus loin que plusieurs de ces ferments sont répandus dans d'autres liquides organiques et dans les tissus d'organes non digestifs. Et il faudrait ajouter que les mêmes types fermentaires fondamentaux se rencontrent du haut en bas de la hiérarchie des organismes. On en conclura légitimement que le tube digestif, chez l'homme, présente une diversification encore incomplète de propriétés, qui appartiennent toutes radicalement à un protoplasme vivant quelconque.

Une seconde conclusion résulte immédiatement de notre exposé : c'est que la digestion pousse la désagrégation des produits alimentaires beaucoup plus loin qu'il n'est nécessaire pour les rendre solubles et absorbables. Rappelons, par manière de résumé, les formes chimiques terminales qu'affectent les aliments digérés, immédiatement avant leur absorption organique : les hydrates de carbone sont tous ramenés à la forme de glucose (mélange de dextrose et de lévulose) ; les graisses sont dédoublées en glycérine et en acides gras ; les lécithines, en un radical azoté, en acide phosphorique et en acides gras ; les matières albuminoïdes, pour majeure partie, sinon en totalité, ont perdu leurs caractéristiques, car elles sont réduites à l'état de composés relativement simples qui ne présentent plus même la réaction du biuret : association d'acides aminés ou débris plus élémentaires encore ; les nucléines elles-mêmes peuvent être décomposées jusqu'à libération de l'acide phosphorique. Encore n'avons-nous point considéré ici les produits de la fermentation microbienne des aliments dans l'intestin.

On le voit, c'est une dislocation profonde, une réduction d'édifices moléculaires complexes en leurs moellons. Pour utiliser ceux-ci l'organisme devra donc, par sa propre activité, reprendre pour ainsi dire à pied

d'œuvre les matériaux de l'analyse digestive et entreprendre un immense travail de reconstruction. De ce travail synthétique nous n'entrevoyons que peu de chose encore : nous en connaissons le point de départ et l'étape terminale : les phases intermédiaires nous échappent presque totalement. Mais du moins possédons-nous maintenant, grâce aux recherches d'Abderhalden et de ses élèves, la preuve expérimentale directe, et non seulement déduite, de la réalité de ce pouvoir synthétique. L'actif biochimiste allemand a montré, en effet (1912), que l'on pouvait, chez les animaux supérieurs et chez l'homme, maintenir l'équilibre azoté en faisant ingérer des polypeptides et des amino-acides : l'organisme est donc capable de réédifier la molécule d'albumine aux dépens des menus débris de cette molécule. Bien plus, selon l'opinion d'Abderhalden, le mode de clivage, dans l'intestin, loin d'être indifférent, prépare efficacement la forme spéciale de la resynthèse. Nous devrons revenir plus tard sur ce point. Mais s'il en est ainsi, si la dissociation digestive est spécifiquement adaptée à l'usage strictement nutritif qui sera fait de l'aliment, rien n'empêche de considérer la digestion comme la première phase du métabolisme et non plus seulement comme un simple processus préparatoire, chimiquement indifférent, dont toute la fonction aurait consisté à préparer l'absorption, c'est-à-dire la pénétration des aliments dans le milieu intérieur. La digestion est déjà une assimilation au sens large du mot.

Connaissant le point de départ du métabolisme, nous tenons une des extrémités de la chaîne des processus nutritifs. Nous devons à présent nous efforcer de saisir l'autre bout de la chaîne, c'est-à-dire étudier les phases terminales du métabolisme.

§ 3. *Les produits terminaux du métabolisme animal*

Les déchets du métabolisme se retrouvent, sous une forme chimique extrêmement simplifiée, dans les « excreta ». Au point de vue qui nous occupe ici, nous devrions ranger parmi les excreta l'ensemble des sécrétions externes, qui, bien que résorbées en partie, n'en sont pas moins des produits terminaux du métabolisme. Malheureusement le dosage exact de ces sécrétions est impossible : on sera réduit à apprécier leur importance relative par approximation. L'inconvénient toutefois n'est pas aussi grand qu'il paraîtrait à première vue, car la résorption annule, par compensation, une notable partie du déchet sécrétoire. Une autre partie se retrouve dans l'analyse des évacuations intestinales. Le reste — quelle que soit sa valeur absolue — ne varie pas dans des proportions telles qu'il doive en résulter une cause d'erreur bien importante dans la recherche de la variation d'autres déchets. Attachons-nous donc surtout à nous rendre compte de la teneur de ceux-ci.

Les principaux émonctoires de l'organisme, pour ne point parler des glandes sudoripares et sébacées, sont les poumons et les reins.

L'excrétion pulmonaire est d'un type qualitatif très uniforme. Elle comprend invariablement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène sous la forme d'anhydride carbonique et de vapeur d'eau. Ces deux produits représentent les étapes terminales de la combustion des graisses et des hydrates de carbone provenant, soit des réserves organiques, soit plus directement de l'alimentation, soit peut-être, comme nous le verrons plus loin, de la dislocation profonde de la molécule d'albumine. Mais le carbone, l'hydrogène et l'oxygène

appartiennent également à la sécrétion rénale, qui reflète donc aussi, pour une part, les combustions internes. Au point de vue qualitatif, elle est même plus significative que l'élimination pulmonaire : car, à la différence de celle-ci, elle charrie parfois des produits de combustion incomplète qui révèlent quelques stades intermédiaires du métabolisme interne.

Et puisque les reins recueillent en outre les débris de la désagrégation organique des corps azotés, on conçoit que l'analyse la plus délicate devra porter sur l'urine, qui présente dans sa composition qualitative la totalité des éléments résiduels du métabolisme.

Une analyse d'urine peut être faite par le physiologiste à différents points de vue. Parfois il se proposera simplement de doser l'un des éléments chimiques qui entrent dans la composition de l'urine. Ce sera généralement l'azote. Nous verrons plus loin combien ce dosage brut de l'azote peut avoir d'importance et devenir significatif. En effet, en dehors des sécrétions non résorbées, tout l'azote éliminé passe dans les urines. On le savait depuis longtemps : néanmoins récemment encore des déterminations extrêmement précises de Krogh (1906) et d'Oppenheimer (1907) ont mis absolument hors de doute l'absence de toute trace d'excrétion pulmonaire de l'azote.

Mais l'analyse peut porter aussi sur la teneur de l'urine en composés définis. Et précisément une bonne part des progrès de la chimie de la nutrition est due au perfectionnement des méthodes qui permettent pareille analyse. Voici, d'après Lambling, Gley et d'autres, un tableau sommaire de la composition moyenne de l'urine normale, chez l'homme :

Sur un litre d'urine :

Eau 950 grammes

Matières inorganiques 20 grammes, se répartissant comme suit :

Acide sulfurique (sulfates, phénylsulfates) . . .	2,5 gr.
Acide phosphorique (phosphates, ac. phosphoglycérique)	2.5 gr.
Chlore (chlorures)	7 gr.
Ammoniaque	0,7 gr.
Potassium	3 gr.
Sodium	1,1 gr.
Calcium, Magnésium, Fer, Silice	
Carbonates et bicarbonates.	

Matières organiques 30 grammes, se répartissant comme suit :

Urée	25 à 30 gr.
Acide urique	0,7 gr.
Bases xanthiques.	0,03 gr.
Acide hippurique	1 gr.
Créatinine	1 gr.
Acides aminés	
Matières colorantes	
Matières azotées diverses	
Acide oxalique	0,02 gr.
Acides gras volatils	
Hydrates de carbone et corps réducteurs (évalués en glucose)	1,5 à 5 gr.

Comme on le voit, l'excrétion azotée s'effectue par l'intermédiaire de composés assez différents : urée, bases xanthiques, acides urique et hippurique, créatinine, acides aminés, etc. L'urée y représente la forme la plus complète d'utilisation des albumines ; les autres produits azotés sont les témoins, normaux d'ailleurs, d'un catabolisme incomplet. Leurs proportions relatives varient avec la nature de l'alimentation, et l'on saisit l'intérêt théorique que peut dès lors présenter leur étude quantitative. Nous devrons revenir sur ce point.

Dans certains états pathologiques ou simplement anormaux, il arrive, non seulement que les produits signalés ci-dessus, et quelques autres ordinairement présents dans les urines, varient de proportion, mais encore qu'il s'y joigne d'autres corps azotés incomplète-

ment désintégrés, par exemple de la cystine, provenant d'un groupement sulfuré de la molécule albumineuse (cystinurie), de l'acide dioxyphénylacétique (alcaptonurie), de la diamine ou hydrazine (diaminurie), etc. Toutes ces formes de déchet offrent le plus haut intérêt pour le physiologiste, car elles éclairent d'un jour, malheureusement encore bien modeste, l'enchaînement si obscur du métabolisme interne. Nous utiliserons dans les paragraphes suivants les renseignements qu'elles peuvent fournir.

Il nous reste, pour terminer la première partie de cet article, à comparer les formes initiales et les formes terminales du métabolisme, afin de nous rendre un compte exact de certains problèmes que pose cette comparaison.

§ 4. *Comparaison de l'état initial et de l'état final des produits métabolisés*

Lorsqu'on établit la balance des recettes et des dépenses organiques, trois cas peuvent se présenter : ou bien la totalité des éléments chimiques contenus dans les aliments reparaît dans les déchets du métabolisme ; disons plus brièvement : la somme des ingesta est égale à celle des excreta ; ou bien les excreta dépassent les ingesta ; ou bien, inversement, les ingesta dépassent les excreta.

Ces rapports d'équivalence ou d'inégalité n'affectent pas toujours proportionnellement la somme des éléments en cause, comme si ceux-ci étaient rigoureusement solidaires : il peut y avoir, par exemple, équivalence dans la teneur en carbone en même temps que différence entre les teneurs en azote.

Evidemment, l'inégalité quantitative ou qualitative des ingesta aux excreta est l'indice soit d'un gain soit d'une perte de l'organisme lui-même ou des réserves

qui s'y trouvent emmagasinées. De quelle nature seront ce gain ou cette perte ?

a) Quand la somme des ingesta dépasse celle des excreta, l'organisme s'accroît ou capitalise. On connaît depuis longtemps les dépôts de graisse et de glycogène, où va s'accumuler le surplus de l'alimentation en hydrates de carbone. On sait aussi que les enclaves graisseuses peuvent en outre avoir pour origine, non seulement les graisses absorbées, mais encore les albumines alimentaires. Y aurait-il en outre constitution de réserves azotées ? Parfois la quantité d'azote excrété demeure inférieure à celle de l'azote ingéré : une certaine fixation d'azote est donc incontestable ; mais sous quelle forme s'effectue-t-elle ? Dans l'organisme en croissance, on voit bien la nécessité d'un surplus d'azote pour faire face à la multiplication cellulaire ou à la simple augmentation de la masse protoplasmique ; cette nécessité se conçoit aussi chez des convalescents, qui ont à reconstituer le volume normal de certains tissus autres que de simples dépôts de réserve, par exemple à se refaire des masses musculeuses. Mais à côté de cet apport nécessaire de matières azotées à la trame vivante elle-même, n'y aurait-il jamais capitalisation d'un surplus sous la forme d'albumines de réserve ? Il se peut que la question ainsi posée n'ait pas de sens bien précis ; toutefois, si nous en acceptons provisoirement les termes, il faudrait dire, semble-t-il, que la formation d'une quantité assez limitée de réserves albumineuses est possible : mais cette réponse appelle des précisions que nous ne pourrions fournir que plus loin.

b) Lorsque la somme des excreta dépasse la somme des ingesta, on dit que l'organisme est en état d'inanition : il vit aux dépens de ses réserves ou de sa propre substance. L'inanition peut être totale ou partielle, selon qu'elle porte sur la totalité des éléments chimi-

ques intéressés dans le métabolisme ou seulement sur une partie d'entre eux. Elle peut être complète ou incomplète, selon que les aliments ou tels aliments font ou non complètement défaut.

Les cas d'inanition complète offrent ici un intérêt spécial. Rendons-nous compte d'abord des besoins auxquels un organisme privé d'aliments doit subvenir. Pour vivre tout organisme dépense une certaine quantité d'énergie physique, et cela, sous la forme de travail moléculaire (production de chaleur) et sous la forme de travail mécanique (contractions musculaires). Cette énergie dans le cas présent ne saurait être empruntée qu'à la décomposition chimique de composés endothermiques : or l'organisme soumis au jeûne ne rencontre ces substances que dans ses réserves, et, à défaut de celles-ci, dans ses tissus. Il devra donc, tôt ou tard, pour faire face à ses besoins énergétiques, subir une usure profonde qui se traduira dans la composition des urines par une élimination d'azote. Mais d'autre part, indépendamment de cette fonction purement énergétique, la vie s'accompagne d'une certaine activité chimique des tissus, qui implique toujours elle aussi un certain déchet azoté : ce déchet de nouveau apparaîtra, sous la forme de dérivés azotés, dans les urines. A priori l'on peut donc s'attendre à ce que la teneur en azote des urines, dans le jeûne absolu, reflète un double catabolisme : celui qui répond à la fonction énergétique de l'alimentation et celui qui répond plus exclusivement à la fonction plastique.

L'expérience confirme entièrement ces vues théoriques.

Ainsi qu'il résulte d'observations faites sur des jeûneurs professionnels, et des recherches de Chossat sur l'inanition chez les animaux, l'organisme tend à maintenir constante la dépense énergétique nécessaire à la sauvegarde de sa température spécifique et de ses

réactions musculaires normales. La chute de température et une parésie notable sont les avant-coureurs de la mort : ils ne surviennent qu'au moment où le patient a épuisé tous ses moyens de résistance. Dans l'intervalle il faut donc bien que l'organisme trouve en lui-même la source chimique du nombre respectable de calories qu'il continue à dépenser (30 calories par kilogramme de poids vif, chez l'homme, au 5e jour de jeûne). Très tôt il aura épuisé ses réserves de glycogène. C'est alors aux graisses à soutenir le principal effort : quand l'animal succombe, elles sont réduites de 95 % ou 99 % de leur poids, donc brûlées presqu'en totalité. Mais en même temps les albumines sont mises fortement à contribution : la perte subie par les masses musculaires atteint 50 %. Et l'on peut suivre les phases de cette déperdition dans les dosages quotidiens de l'azote urinaire. Après une augmentation passagère, coïncidant sans doute avec l'épuisement du glycogène, le taux de l'azote excrété se maintient à peu près constant, à des valeurs relativement faibles, avec pourtant une tendance à diminuer. Dans les derniers jours de survie, alors que les réserves de graisses viennent aussi à faire défaut, l'excrétion azotée augmente brusquement : la charge énergétique incombe désormais tout entière aux tissus vivants, et la désorganisation qui s'ensuit n'est tolérable que peu de jours. L'animal meurt lorsque la déchéance atteint des organes dont l'intégrité est essentielle à la vie : le cœur et le système nerveux.

Nous venons de supposer qu'au cours du jeûne total, avant même l'épuisement des réserves graisseuses, la destruction de l'albumine des tissus répondait partiellement à un besoin énergétique. Cette assertion est-elle susceptible de démonstration expérimentale ? Sans doute. L'homme soumis au jeûne total élimine en moyenne 10 gr. d'azote par jour, durant les 10 pre-

miers jours, ce qui représente la destruction d'environ 1 gr. d'albumine par kilogramme de poids vif. Voici, pour préciser, quelques déterminations du taux de l'azote urinaire chez le jeûneur Succi :

Poids de N,
excrété journellement, depuis la veille du jeûne jusqu'au 10e jour :

Première série (à Florence) :

17,8 15,2 12,1 15,2 14,1 14,1 11,1, 10,3 9,4 8,6 7,4

Seconde série (à Naples) :

9,0 8,7 8,4 9,0 8,5 9,9 8,6 7,6 5,8 6,9 5,4

Mais supposons qu'au lieu de provoquer l'inanition totale on se borne au jeûne azoté : dans ce cas l'homme ou l'animal en expérience recevra abondamment, en graisses et en hydrates de carbone, le combustible nécessaire pour ses besoins énergétiques ; et il ne sera plus indispensable de mettre au pillage les albumines des tissus, du moins pas dans la même proportion. Effectivement, un régime non azoté, compris de la sorte, réduit notablement le taux d'élimination de l'azote. On peut croire que l'azote excrété répond alors à peu près au déchet minimum que comporte la désagrégation inévitable des tissus. Sa valeur moyenne ressortira de quelques chiffres empruntés à un tableau dressé par Thomas (1909) d'après ses déterminations personnelles et celles d'autres bio-chimistes.

Jour de jeûne azoté	Total de N urinaire	N excrété par kil. de poids vif
10e	3,8 gr.	0,0594 gr. (Folin)
5e	2,7	0,0485 (Folin)
7e	2,42	0,0421 (Roche)
8e	2,51	0,0395 (Klemperer)
7e	1,84	0,0317 (Sivén)

etc., etc.

Si l'on veut bien se reporter au chiffre cité plus haut : 10 gr. d'azote en moyenne et par jour dans le cas de jeûne total, ce qui revient, pour un poids moyen de 65 kil., à une élimination de 0,154 gr. d'azote par kilogramme de poids vif, on se rendra compte, en faisant la différence, de la valeur des suppléances énergétiques que fournissent, le cas échéant, les albumines des tissus.

c) Il est temps de passer à l'examen du troisième cas mentionné au début de ce chapitre : celui où la somme des éléments chimiques contenus dans les ingesta se retrouve intégralement dans les excreta. On dit alors que l'organisme est en équilibre. Il maintient l'intégrité de ses tissus et de ses réserves.

Analysons de plus près cet équilibre.

A un organisme qui maintient son équilibre chimique moyennant une ration donnée on fait effectuer, supposons-le, un travail mécanique assez important. Immédiatement l'équilibre sera rompu, la valeur dynamogénique des aliments ingérés ne suffisant pas à assurer ce surcroît de dépense énergétique. L'énergie supplémentaire est demandée toute à la combustion des réserves et des albumines des tissus. Nous retombons dans le cas de l'inanition, comme en témoigne la prédominance facilement constatable des excreta sur les ingesta. Pour rétablir l'équilibre, il suffira d'augmenter la ration de graisses et d'hydrates de carbone dans des proportions telles que le surplus alimentaire ait une valeur énergétique équivalente au surplus de travail effectué. Il existe donc normalement un équilibre énergétique de l'organisme : c'est un état tel que la valeur énergétique des aliments absorbés soit rigoureusement égale à la somme des travaux moléculaires et mécaniques effectués par l'organisme, augmentée, évidemment, de l'énergie potentielle encore latente dans les déchets de l'alimentation.

Mais quoi qu'on fasse, malgré l'offre abondante de matériaux dynamogéniques non azotés, on n'évite pas une certaine usure des tissus eux-mêmes, soit qu'ils se renouvellent rapidement comme les epithelia, soit qu'ils se trouvent engagés dans un cycle de transformations métaboliques plus ou moins lentes. Cette usure doit être compensée par l'apport alimentaire, et il y a donc, dans chaque organisme, à côté d'un équilibre énergétique, un équilibre plastique à restaurer perpétuellement.

N'insistons pas davantage sur le rappel de ces notions biens connues, et venons en tout de suite à considérer, d'après des travaux plus récents, comment se présentent, au sein du double équilibre plastique et énergétique, quelques variations corrélatives des ingesta et des excreta.

Tout d'abord une constatation que l'on a faite depuis longtemps : l'augmentation de la ration d'albumines entraîne une augmentation rigoureusement proportionnelle de l'azote urinaire, surtout sous la forme d'urée. L'équilibre azoté peut ainsi se maintenir, sans gain ni perte d'azote pour les tissus, entre des limites très larges d'ingestion d'albumines. La limite supérieure n'est guère que celle même de la capacité de digestion et d'absorption des matières albuminoïdes. Ce qui ne veut pas dire que, en deçà même de la tolérance maxima du tube digestif, l'alimentation azotée excessive soit sans inconvénient : en effet, elle s'accompagne de la formation de dépôts graisseux et d'une hausse de température qui peuvent provoquer des conséquences fâcheuses. Et nous omettons de parler d'autres inconvénients qui sont du ressort de l'hygiène beaucoup plus que de la physiologie. Si nous signalons les premiers, c'est qu'ils posent, relativement au métabolisme interne des albumines, un problème que nous retrouverons plus tard.

Une seconde variation, dont il nous faut dire un mot, intéresse tout à la fois le métabolisme des graisses et celui des matières protéiques : nous voulons parler de l'acétonurie. L'urine normale contient une très faible quantité d'acétone, de 0,01 à 0,03 gr. journellement. Mais si l'on supprime les hydrates de carbone de la ration alimentaire, il s'établit aussitôt une excrétion beaucoup plus considérable de corps acétoniques : 1.3 gr. d'acétone et d'acide acétylacétique, et 7 gr. d'acide β-oxybutyrique. On ne s'explique pas très bien le rôle modérateur que tiennent ici les hydrocarbonés ; quoi qu'il en soit, il résulte directement de l'expérience que les sources des corps acétoniques doivent être les graisses ou les albumines. En fait, l'ingestion de beurre et d'acides gras supérieurs augmente l'acétonurie. Mais les albumines alimentaires sont aussi en cause, car l'injection d'acides aminés dans la veine-porte, en amont du foie, augmente pareillement l'excrétion acétonique. Ces résultats purent d'ailleurs être confirmés par l'observation de diabétiques, qui se trouvent précisément en état d'inanition partielle relativement aux hydrates de carbone. L'acétone urinaire est donc le révélateur accidentel de la présence d'acides aminés et d'acides gras parmi les produits catabolisés, et de leur transformation en corps acétoniques. A l'état normal, ceux-ci sont détruits en majeure partie dans le foie, la rate, les reins, le sang,.. par un processus d'oxydation auquel échappent à peine les quelques traces d'acétone qui passent régulièrement dans les urines. Mais ceci nous engage déjà dans le sujet de notre 3e partie.

Les variations du taux de l'ammoniaque urinaire intéressent plus directement encore les échanges azotés. L'ammoniaque est une des formes terminales du catabolisme des albumines : elle constitue en même temps un des matériaux immédiats de la synthèse de

l'urée : $CO.NH_2.NH_2$. On sait que la formation d'urée semble avoir pour but principal de mettre l'azote désassimilé sous une forme plus inoffensive que l'ammoniaque. Normalement un léger surplus d'ammoniaque échappe à cette réaction et apparaît dans les urines à l'état de sels ammoniacaux. La quantité des sels ammoniacaux éliminés augmente notablement après ingestion d'acides, elle diminue au contraire après ingestion d'alcalins. Et la production d'urée varie en sens inverse. Il semblerait donc que les déchets ammoniacaux servissent d'abord à neutraliser l'acidité des milieux internes et n'entrassent que secondairement dans la constitution de l'urée. Signalons ici, sans y insister, une théorie récente sur le rôle des composés ammoniacaux du catabolisme, d'après laquelle leur fonction dans l'organisme serait le maintien ou le rétablissement d'un certain degré d'alcalinité intracellulaire, nécessaire pour empêcher l'autolyse des tissus par les endoenzymes. Dès que le milieu devient acide, la protéolyse atteint le protoplasme des cellules : mais cette destruction porte en elle-même son correctif, au moins partiel, car elle entraîne la libération d'une quantité proportionnelle d'ammoniaque (Schryver, 1906).

Un autre élément azoté des urines laisse mettre également ses variations en rapport avec des variations de l'alimentation : ce sont les bases xanthiques et l'acide urique. Les bases xanthiques sont appelées aussi bases puriques ou bases nucléiniques : nous les avons rencontrées déjà parmi les produits d'hydrolyse des nucléoprotéides (p. 449). Elles dérivent toutes directement de la purine ($C_5H_4N_4$). Quant à l'acide urique, ce n'est qu'une purine très oxydée ($C_5H_4N_4O_3$ = 2-6-8-trioxypurine). A priori l'on peut donc prévoir que l'excrétion de ces produits sera liée à l'ingestion de nucléines. En effet, alors que l'absorption d'une plus grande quantité d'albumines simples, tout en augmen-

tant l'élimination d'urée, n'augmente pas celle des bases puriques ni de l'acide urique, une alimentation riche en nucléoprotéides ou plus généralement en purines (foie, ris de veau, tissus glandulaires, chair musculaire, et, parmi les produits végétaux, haricots, lentilles, pois, etc.) détermine une excrétion plus abondante de corps xantho-uriques. On voit l'importance de cette constatation pour l'établissement du régime de malades arthritiques, chez lesquels il est indiqué d'éviter autant que possible l'accumulation d'acide urique.

Les nucléines, génératrices de corps xantho-uriques, proviennent donc en partie de l'alimentation. Rien à cela d'étonnant : nous avons vu plus haut que, contrairement à ce que l'on avait cru quelque temps, les nucléines peuvent parfaitement être digérées dans l'intestin sous l'action de nucléases. D'ailleurs ces ferments, et quelques autres qui mènent la transformation des nucléines jusqu'au stade d'acide urique, se rencontrent aussi en divers organes non digestifs. L'acide urique formé n'est éliminé comme tel par les urines qu'en assez petite quantité ; car il se décompose d'abord pour une bonne part, sous l'influence d'un ferment uricolytique, dans le foie, les reins, les muscles, etc., et donne de l'urée. Pourtant, le pouvoir uricolytique étant assez limité chez l'homme (Wiechowski, 1909), il y a bien des inconvénients à une production trop abondante d'acide urique.

Mais l'excrétion xantho-urique ne dépend pas exclusivement de l'alimentation en purines : quel que soit le régime diététique, une certaine quantité de bases puriques et d'acide urique se forme au cours du catabolisme. L'origine de ces déchets doit donc être cherchée pour une part dans la désassimilation même des nucléines cellulaires. Nous rencontrons ici nettement marquée pour la première fois la double origine des excrétions azotées : l'acide urique peut être

exogène ou endogène, c'est-à-dire provenir de la destruction directe des nucléines alimentaires ou bien de la destruction des nucléines cellulaires. Il serait fort intéressant de pouvoir dissocier ces deux facteurs, et en fait l'expérience n'est pas si difficile à réaliser. On constate dans le jeûne absolu une excrétion d'environ 0,2 gr. d'acide urique. La même quantité sensiblement est éliminée, avec une remarquable constance, lorsque le régime alimentaire est dépourvu de purines. Ces 0,2 gr. représentent donc à n'en pas douter la portion endogène de l'acide urique. Tout ce qui dépasse cette quantité est exogène et varie avec la composition des aliments (Burian et Schur, 1900 ; Siven, 1900).

Mendel, dans une Revue générale du métabolisme des albumines (1911) insiste avec raison sur des recherches de Folin (1905), qui n'ont peut-être pas rencontré en Europe toute l'attention qu'elles méritaient. Folin étudia fort en détail les variations de composition des urines au cours de divers régimes alimentaires auxquels il soumit ses patients. Il utilisa, pour accentuer les contrastes, d'une part un régime riche en azote (19 gr. par jour), d'autre part un régime très faiblement azoté (1 gr. de N par jour). De part et d'autre les rations étaient totalement exemptes de créatine et de purines. La créatinine et les corps xantho-uriques devaient donc être exclusivement endogènes. De plus, la ration fournie suffisait amplement à maintenir l'équilibre énergétique. Quant à l'équilibre azoté, il était surabondamment assuré dans le premier régime, mais nécessairement rompu dans le second. En descendant de l'un à l'autre on devait donc passer par un point où s'établirait un minimum constant d'excrétion azotée que l'alimentation ne suffirait plus à compenser totalement. Dès ce moment, le mode d'élimination de l'azote devait trahir, à l'analyse,

une progression croissante de certains caractères plus spécialement en rapport avec la désassimilation des tissus. Folin s'attacha à saisir dans l'analyse quotidienne des urines cette variation progressive, si particulièrement révélatrice de la portion la plus obscure du métabolisme interne. Voici l'énoncé général de ses résultats.

Evidemment, la réduction de la ration azotée amenait une réduction de l'élimination azotée. Mais cette réduction porta dans des proportions très différentes sur les différents composés azotés constitutifs de l'urine.

1. Créatinine. La valeur absolue de la créatinine excrétée est une constante, différente d'après les individus, mais totalement indépendante des variations quantitatives de l'alimentation, qui ne contenait pas de créatine, comme aussi des variations de l'azote total excrété.

2. Acide urique. Sa quantité absolue diminue à mesure que diminue l'azote total, mais dans une moindre proportion. Le pourcentage de l'azote urique croît donc relativement au pourcentage de l'azote de l'urée.

3. Ammoniaque. La réduction du métabolisme azoté, quand elle est notable, s'accompagne d'ordinaire d'une diminution de l'ammoniaque urinaire. Pourtant, la teneur relative de celle-ci s'accroît toujours, dans ce cas, lorsque les aliments ne présentent pas une réaction alcaline.

4. Urée. Toute diminution notable de l'azote urinaire total entraîne une baisse sensible du pourcentage en urée. Pour une élimination azotée journalière de 3 à 4 gr., 60 °/₀ seulement de l'azote est sous forme d'urée (au lieu de 87,5 °/₀ pour une excrétion de 14,7 gr. d'azote).

5. Soufre. Les sulfates inorganiques ont une varia-

tion absolument comparable à celle de l'urée. Le soufre neutre présente une valeur constante, indépendante de l'excrétion sulfurée totale : il se comporte donc comme la créatinine. Les éthers sulfurés augmentent à mesure que la ration albumineuse diminue.

Cette étude comparée de la variation quantitative des éléments de l'urine révèle, d'après Folin, deux formes distinctes et juxtaposées du catabolisme des albumines : une forme dont les produits caractéristiques apparaissent en quantité constante, et qui passe au premier plan à mesure que se restreint le métabolisme total de l'azote ; puis une seconde forme, dont les produits sont en quantité variable et diminuent à même la réduction du métabolisme azoté et de la ration d'albumines. A cette dernière forme appartient pour une bonne part la production d'urée et de sulfates inorganiques ; à la seconde forme se rattachent plus exclusivement (1) la créatinine, le soufre neutre, l'acide urique et les éthers sulfurés. Mais une forme de catabolisme qui demeure constante malgré les variations de l'alimentation, doit avoir son origine immédiate dans le chimisme même des tissus. Nous retrouvons donc ici, par une autre voie et sous une forme beaucoup plus complète, la distinction déjà faite, à propos de l'acide urique, entre le catabolisme endogène (cellulaire) et le catabolisme exogène (non-cellulaire ?) des composés albumineux.

Les constatations que nous avons groupées dans les pages précédentes, et surtout la comparaison de la variation respective des ingesta et des excreta, font ressortir clairement les deux aspects, énergétique et plastique, de la nutrition, et nous laissent entrevoir, même dans le métabolisme de l'azote, au lieu d'une courbe unique passant par un maximum, qui serait

(1) Dans un régime dépourvu de créatine et de purines.

l'assimilation cellulaire, un étagement de cycles à maxima superposés. Nous serrons donc déjà de plus près le problème qui doit faire l'objet de la seconde partie de cet article, c'est-à-dire l'analyse du point culminant, ou des points culminants, du métabolisme animal.

SECONDE PARTIE

LE POINT CULMINANT DU MÉTABOLISME ANIMAL : L'ASSIMILATION

1. *Les théories* (1). — Devant les faits que nous avons rappelés — et quelques autres que nous aurons l'occasion de signaler plus loin — des physiologistes éminents, impuissants à saisir par l'expérience directe le processus central de l'assimilation, s'efforcèrent d'en construire une représentation théorique en groupant les indices recueillis. L'examen des théories est toujours instructif, puisqu'aussi bien l'état d'une science quelconque se caractérise autant par les spéculations issues des faits que par la masse inerte de ces faits eux-mêmes.

a) La première en date des grandes théories du métabolisme animal est celle de *C. Voit* (1881). Dans l'exposé sommaire que nous allons en faire, comme aussi tout au cours des pages qui suivront, nous aurons en vue surtout le métabolisme de l'azote.

Pour Voit, il y a dans l'organisme animal deux sortes d'albumines : une albumine organisée, faisant partie du protoplasme cellulaire, et une albumine circulante, non organisée, en solution dans les liquides organiques. Cette dernière est infiniment plus labile que la pre-

(1) Nous nous appuierons surtout, dans cet exposé, sur le mémoire bien documenté mais un peu touffu de L. B. Mendel : *Theorien des Eiweissstoffwechsels*, Ergebn. der Physiologie, XI, 1911, pp. 418-525. Ceci sans préjudice, bien entendu, de vérifications personnelles.

mière. Le catabolisme de l'azote ne consiste pas, comme on le croit généralement, dans une destruction continuelle des albumines cellulaires continuellement compensée par un apport d'albumine circulante, mais, pour une bonne part, dans l'utilisation immédiate de celle-ci, dissociée avant d'avoir réellement fait partie des tissus.

Quelles raisons Voit pouvait-il apporter en faveur de cette thèse, alors légèrement paradoxale ? Il avait remarqué d'abord que la destruction des albumines, telle qu'elle se révèle par le dosage de l'azote urinaire, ne variait pas à proportion de la somme des albumines somatiques mais bien plutôt, et dans des limites très larges, à proportion de la quantité des albumines ingérées. Ceci, sans trancher la question du mécanisme interne de la nutrition, montrait du moins l'existence d'un rapport assez direct entre l'alimentation azotée et l'intensité du catabolisme total de l'azote. Mais voici les expériences fameuses sur lesquelles s'appuyait surtout le physiologiste bavarois. Chez des chiens condamnés au jeûne après une alimentation azotée abondante, l'excrétion d'azote, le premier et le second jour, était très notablement supérieure à celle que subissaient des chiens soumis à un régime préalable moins riche en composés azotés. La seule explication de cette différence semblait être l'augmentation sensible, dans un cas, de l'albumine circulante, par l'effet d'un régime plus copieux. L'offre d'albumine en réglait rigoureusement la dépense.

Écoutons Voit lui-même donner la raison de cette corrélation entre le taux de l'albumine circulante et l'importance du catabolisme de l'azote : « Les organes, écrivait-il, sont irrigués par un liquide qui leur apporte les matières alimentaires. Plus ce liquide offre aux cellules d'albumine en solution, plus aussi les cellules décomposent d'albumine. L'albumine alimentaire, en

se répandant dans les liquides organiques, augmente donc proportionnellement le catabolisme de l'azote ; mais, pendant le jeûne, le liquide organique ne cesse pas de circuler et l'albumine qu'il tient en solution est, à mesure qu'elle s'épuise, renouvelée aux dépens même de l'albumine des tissus... Liquide interne et organes sont (à ce point de vue) dans une relation réciproque très étroite et en équilibre constant. Le surplus non dissocié de l'albumine circulante ne demeure pas uniquement dans les « humeurs » internes, mais, en partie, s'organise et va enrichir les tissus ; au contraire, durant le jeûne, l'albumine circulante se détruisant (sans compensation alimentaire), les organes se trouvent posséder, relativement aux liquides organiques un surcroît d'albumine, qui se solubilise et passe dans la circulation (jusqu'à rétablissement de l'équilibre) » (C. Voit, in Hermanns *Handbuch der Physiol.*, VI, p. 303, 1881). Comme on peut le voir, tout l'effort de Voit doit consister, en vertu de son point de vue théorique, à ramener les variations du métabolisme de l'azote à des modalités de ce balancement supposé entre les teneurs en albumine des tissus d'une part et des liquides organiques d'autre part.

b) L'essentiel des vues de Voit fut adopté par beaucoup de physiologistes et fait encore le fond de plusieurs théories actuelles. Il y eut pourtant des dissidents de marque. Le plus illustre à la fois et le plus incisif fut *Pflüger* (1893). Non seulement il critiqua les expériences et la théorie de Voit, mais il émit pour son compte une autre hypothèse explicative. Voici les points fondamentaux de la critique et de la théorie :

1. Le concept d'albumine circulante proposé par Voit est d'une remarquable imprécision. S'agit-il d'une albumine solubilisée qui baigne les cellules ? S'agit-il du plasma sanguin ou seulement du sérum ? Ou bien

l'albumine circulante n'est-elle qu'une partie de ces liquides ?

2. Voit parle d'une offre plus abondante d'albumine aux cellules qui doivent la décomposer. Mais cette offre ne peut consister qu'en une irrigation sanguine plus chargée d'albumines solubilisées. Or, après même les repas les plus copieux, les variations dans la composition du sang sont insignifiantes, de l'ordre des erreurs d'observation : ce qui ne s'accorde guère avec l'hypothèse de Voit. D'après ce dernier, une alimentation riche en azote augmente la quantité d'albumine circulante, au point de marquer encore ses effets au second jour de jeûne ; malheureusement, chaque fois que l'on peut constater une augmentation de poids dans un organisme, elle porte proportionnellement sur *tous* les organes et non pas principalement sur les liquides internes : cette proportionnalité est une véritable loi naturelle.

3. Le facteur décisif dans l'accroissement du métabolisme de l'azote sont les cellules elles-mêmes et non la quantité d'albumine circulante. Celle-ci est pratiquement constante, les cellules enlevant aussitôt tout surcroît d'albumine aux liquides internes. Car les cellules, elles, peuvent s'enrichir d'une quantité variable d'albumine organisée, jusqu'à un point de saturation. Leur métabolisme particulier est le véritable facteur de la variabilité du métabolisme total.

4. Mais alors comment interpréter les observations faites par Voit sur des chiens soumis au jeûne ? La différence dans l'excrétion azotée, loin de tenir à un surcroît persistant d'albumine circulante, est le simple contre-coup d'un changement dans l'état trophique des cellules. Entre certaines limites, une ration azotée, abondante détermine un état vital particulièrement florissant et accroît le métabolisme cellulaire. Au contraire une inanition relative est pour la cellule une nuisance, qui se traduit immédiatement par une réduc-

tion de son métabolisme d'ensemble. Pour justifier cette proposition, Pflüger s'appuyait surtout sur des expériences de Schöndorff (1893), dont une critique décisive a été faite depuis par Folin (1905) et par Speck (1903).

5. L'idée centrale et inspiratrice du point de vue de Pflüger était donc celle-ci : que l'albumine alimentaire n'est jamais catabolisée directement, mais seulement après intégration au « bioplasma », au protoplasme vivant. Il ne faudrait pas pourtant s'exagérer l'intimité de l'intégration au bioplasma postulée par Pflüger. Voici comment il s'exprime à ce sujet : « Puisque la matière vivante organisée doit élaborer chimiquement les molécules alimentaires, il faut bien qu'elle les saisisse, c'est-à-dire, d'une manière ou d'une autre, qu'elle se les incorpore. Mais après cela, c'est pure affaire de définition que de considérer, ou non, comme partie intégrante de la matière organisée les molécules nutritives, ainsi saisies à seule fin d'élaboration, et introduites par là même dans l'organisation de la substance vivante. Car aussi bien il existe, dans la substance cellulaire organisée, différentes espèces de molécules albumineuses organisées ». (Pflüger, in *Archiv. f. d. ges. Physiol.*, 54, 1893, p. 419).

On voit par ce passage que la conception que se fait Pflüger du rapport des aliments élaborés aux cellules qui les élaborent est dominée par sa conception particulière de l'organisation, substrat de la vie. Il lui semble que la substance vivante ne puisse, comme telle, rien élaborer qu'en se l'assimilant à quelque degré. Il nous est loisible aujourd'hui faire abstraction de ces considérations théoriques, car nous connaissons mieux que Pflüger les agents possibles du métabolisme interne des albumines : les enzymes sécrétées par les protoplasmes — endoenzymes ou exoenzymes — peuvent, sans participation directe des cellules vivantes elles-mêmes, exercer des efficiences dont on était tenté jadis

de faire l'apanage de la vie. L'hydrolyse des albumines absorbées ne nécessite certainement pas l'intervention immédiate du bioplasma ; ce qui ne veut pas dire d'ailleurs qu'elle ne la comporte pas en fait.

D'autre part la liaison que Pflüger exige entre les albumines catabolisées et l'albumine organisée, catabolisante, n'est pas bien étroite : il se contenterait semble-t-il d'une combinaison d'addition, du genre des chaînes latérales de Ehrlich : du moins les raisons, d'ailleurs insuffisantes, qu'il apporte n'exigent-elles rien de plus. Cette réserve diminue la distance, en apparence si grande, entre la théorie que nous examinons et le point de vue de Voit. Elle empêche aussi qu'on n'oppose victorieusement à Pflüger une objection, qui, sans cela, pourrait paraître décisive : c'est que l'extrême facilité avec laquelle l'azote alimentaire reparaît dans l'urine, après une digestion, ne témoigne pas précisément d'une désagrégation bien profonde du bioplasma ni d'un anabolisme compliqué, qui eût précédé cette désassimilation. Nous retrouverons plus loin cette observation sous une forme plus précise.

c) Parmi les physiologistes qui se tiennent strictement au point de vue de Pflüger, nous citerons seulement *Kassowitz*, dont l'*Allgemeine Biologie* (1899 à 1906) est bien connue des biologistes. Dans le troisième volume (1904), il s'explique sur le métabolisme de l'azote. Tout d'abord, il trouve inadmissible qu'une même matière alimentaire, comme l'albumine, ait deux fonctions totalement distinctes, une fonction plastique à côté d'une fonction énergétique, et qu'elle puisse évoluer par deux cycles métaboliques si largement indépendants l'un de l'autre. Il ne conçoit la fonction énergétique que *dans* la fonction plastique elle-même. A ses yeux, aucune matière alimentaire pénétrant dans l'organisme n'y est normalement détruite qu'après être entrée, au préalable, dans les synthèses complexes qui

édifient le protoplasma vivant. Il faut noter toutefois que la matière vivante n'est pas pour Kassowitz, une simple variété métamérique de l'albumine, mais un produit synthétique où sont fixés aussi des graisses et des hydrates de carbone. *Toute* l'albumine alimentaire devra donc passer par le stade d'organisation vitale et sera, non seulement catabolisée, mais à proprement parler « désassimilée ». Comment dès lors faudra-t-il se représenter l'albumine organisée, qui constitue le protoplasme des cellules ? Elle comprendra deux parties : une portion inactive, supplémentaire, renouvelée constamment par l'apport alimentaire ; aux dépens de cette portion se forment, par oxydations ou hydrolyses, des produits de réserve (glycogène et graisses) d'une part, et d'autre part, les éléments de l'urée et des éliminations azotées. L'autre portion, la portion active, est celle qui réagit vitalement aux excitations du dehors : son activité physiologique laisse intact — normalement — le noyau albumineux qui la constitue, mais détache d'elle des chaînons latéraux non azotés. Constamment de nouvelles synthèses réparent les brèches.

d) C'est le mérite de *Rubner* d'avoir mis fortement en évidence l'aspect énergétique de la nutrition (1908). En effet, aux yeux de beaucoup de physiologistes, la fonction plastique primait tout ; sans doute, personne ne niait le rôle dynamogénique des hydrates de carbone ou des graisses ; mais ce rôle tenait dans les préoccupations des théoriciens une place très secondaire, et, surtout en ce qui concerne les composés azotés, n'apparaissait guère que comme une conséquence de la fonction plastique.

Rubner se place d'emblée au pôle opposé : la première nécessité à laquelle doit subvenir la nutrition, et donc aussi le facteur principal du métabolisme, est le besoin d'énergie des cellules vivantes. Celles-ci règlent

souverainement leur dépense énergétique sur leur activité. Les sources de l'énergie qu'elles empruntent sont tout d'abord les aliments, puis, à défaut de ceux-ci, les réserves et les protoplasmes eux-mêmes. Les albumines alimentaires peuvent avoir une utilisation purement énergétique aussi bien que les hydrates de carbone et les graisses. Car c'est la loi de tous les types alimentaires d'être immédiatement catabolisés, dès qu'ils dépassent une certaine proportion dans les liquides organiques. Pourtant, de même qu'il existe des réserves de graisses et de glycogène, il se constitue aussi, en un sens, une réserve d'albumine : c'est la quantité d'albumine accumulée qui permet à l'organisme de se maintenir en équilibre azoté dans l'intervalle de deux apports alimentaires. On voit que cette provision modeste, la « Vorratseiweiss » de Rubner n'est pas entièrement comparable à un dépôt de glycogène ni surtout de graisse.

Voit lui-même, et des partisans de sa théorie, ont reconnu dans le rôle attribué par Rubner aux albumines alimentaires une précision parfaitement acceptable de leur point de vue.

Nous avons esquissé dans les pages précédentes les formes les plus typiques des théories relatives au métabolisme de l'azote. On aura remarqué que, sous des modalités diverses, elles reconnaissent unanimement l'existence d'une double forme d'utilisation de l'azote. Voit parle d'une *albumine circulante*, labile, par opposition à l'*albumine organisée*, beaucoup plus stable; Rubner distingue l'*albumine organisée* de l'*albumine inorganisée* ; mais Pflüger lui-même, pour qui toute l'albumine est organisée, admet différents *degrés d'organisation*, d'intégration au bioplasma ; et Kassowitz, plus radical en apparence, a soin de ne pas confondre, dans l'albumine vitalement assimilée, la *portion active*, directement exposée au catabolisme, avec la *portion*

inactive permanente. Et l'on retrouve la même distinction dans la terminologie d'autres auteurs, comme Hofmeister, Lüthje, von Noorden, Magnus-Levy, etc. Partout, avec plus ou moins de précision, la reconnaissance d'une dualité de fonctions de l'albumine organique.

Cherchons maintenant à affermir quelques traits de cette esquisse au moyen de travaux plus récents.

e) Les recherches de *Folin* (1905), auxquelles nous fîmes allusion précédemment, se distinguent des recherches antérieures par une étude plus attentive des *formes diverses* du catabolisme de l'azote. Jusqu'ici, l'on ne s'était guère préoccupé de saisir, dans les déchets ultimes du catabolisme, la trace de la double fonction que l'on supposait à l'albumine. Folin s'en avisa très heureusement. On se rappellera que nous avons rapporté, dans notre première partie, les résultats généraux des multiples dosages qu'il eut la patience d'effectuer. Voici les conclusions théoriques qu'il en tira :

1. C'est d'abord la distinction d'un double métabolisme — *endogène* et *exogène* — de l'azote. L'analyse des urines montre, juxtaposées, deux séries de déchets : l'une variant avec l'alimentation, l'autre tendant à demeurer constante. Cette dernière se caractérise, au cours du jeûne azoté, par la présence de créatinine. « Le fait, écrit Folin, que la quantité de créatinine excrétée ne diminue point lorsque l'alimentation en albumine tombe presqu'à zéro, et que, dans les mêmes conditions, l'excrétion de quelques autres éléments de l'urine est à peine un peu réduite, ce fait montre pourquoi une certaine proportion d'albumine alimentaire est indispensable au maintien de l'équilibre azoté. Il est clair que le métabolisme qui livre ainsi des produits terminaux, dont la quantité tend à devenir constante (à mesure que l'on diminue l'alimentation azotée), est un métabolisme essentiel au maintien de la vie, ou, en termes plus précis, constitue une partie essentielle de

l'activité qui distingue les cellules vivantes des cellules mortes. Dès lors, j'appellerais volontiers ce métabolisme qui tend à demeurer constant le métabolisme des tissus ou le métabolisme endogène, tandis que j'appellerais exogène ou intermédiaire le métabolisme variable de l'azote. » (Folin, O., *A theory of protein metabolism*, Americ. Journ. of Physiol., 13, 1905, p. 123).

2. La signification de l'urée dans l'ensemble du métabolisme de l'azote n'est pas celle qu'on croyait. A la suite de Pflüger et de Schöndorff, on désignait généralement la créatine musculaire comme la principale source de l'urée. Or la constance de la créatinine excrétée, rapprochée des amples variations de l'excrétion d'urée, rend bien invraisemblable l'hypothèse qui fait dériver ce dernier produit d'une désassimilation de la créatine. Il faut chercher ailleurs l'origine principale de l'urée : d'autant plus que les variations du taux de l'urée correspondent aux variations quantitatives de l'azote alimentaire. Le métabolisme qui livre de la créatinine est plus fondamental que celui qui livre de l'urée, car le premier correspond à la désassimilation profonde des tissus. L'autre métabolisme, celui de l'urée, représenterait-il alors, exclusivement, la fonction énergétique de l'albumine ? Nous croyons que ce serait forcer la pensée de Folin que de l'affirmer sans restriction. Tout d'abord Folin n'a jamais prétendu que l'excrétion d'urée était *totalement* exogène : une partie de l'urée provient, sans doute, de la désassimilation des tissus. Ce qui est vraiment révélateur du métabolisme exogène, ce n'est pas la quantité absolue d'urée, ce sont les variations du taux de l'urée. Puis, c'est une seconde réserve qu'il convient de formuler ici pour rendre exactement la pensée de Folin, le rôle énergétique de l'albumine alimentaire, pourvoyeuse du métabolisme exogène, n'est pas primitif, comme le suppose Rubner, ni complètement assimilable au rôle énergé-

tique des graisses et des hydrates de carbone. Voici comment Folin conçoit les grandes lignes de l'évolution nutritive de l'azote exogène : au cours de la digestion, les albumines subissent une hydrolyse assez profonde ; cette hydrolyse se poursuivrait dans les parois du tube digestif, et dans le foie : elle aurait pour effet de détacher de la molécule d'albumine des fragments hydrocarbonés, qui pourraient alors être oxydés ou mis en réserve, et se comporteraient donc, à partir de ce moment, comme les hydrates de carbone alimentaires. Les fragments azotés fourniraient finalement de l'urée. Mais il faut remarquer avec Folin que l'hydrolyse qui permet la libération des noyaux hydrocarbonés — désamidation des acides aminés, ou, plus généralement, désazotation des radicaux azotés — que cette hydrolyse ne dégage pas autant de chaleur que le ferait une oxydation, et qu'elle semble bien avoir pour fonction première de débarrasser l'organisme d'un superflu d'azote. Par accident, cette élimination progressive de l'azote s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Le rôle énergétique de l'albumine est donc surtout le rôle énergétique des noyaux hydrocarbonés qu'elle contient : mais ce rôle, à ne comparer que les valeurs énergétiques respectives, pourrait être tout aussi bien et plus économiquement tenu par des hydrates de carbone directement ingérés ou par des graisses. Quant à l'hydrolyse même de la molécule d'albumine, elle est beaucoup plus un mode d'excrétion qu'une forme de génération d'énergie.

S'il en est ainsi, on comprend que la composition des urines reflète un double catabolisme des albumines. En effet, une partie de l'azote urinaire doit dériver en droite ligne des albumines alimentaires par une succession d'hydrolyses ; une autre partie, venant de la désintégration des tissus eux-mêmes, passe par une série d'étapes un peu différente, où prédominent les

oxydations. Les aboutissants de cette double odyssée chimique doivent présenter des caractères distinctifs. Ainsi s'expliquerait le métabolisme de la créatinine opposé au métabolisme de l'urée.

Ces vues ingénieuses de Folin méritent d'être remarquées. Jusqu'ici elles ont rencontré la contradiction, mais non point encore la contradiction victorieuse. Peu de temps après les recherches que nous venons de signaler, un autre biochimiste, *Paton* (1905), admit l'existence du double catabolisme de Folin, mais en contestant la valeur significative des observations sur lesquelles celui-ci appuyait sa manière de voir. Les modifications dans la teneur de l'urine en produits azotés auraient simplement pour cause les variations d'activité du foie, provoquées par des régimes alimentaires différents. Mais ceci aussi est une hypothèse, et il peut sembler qu'elle n'est pas plus probable que celle de Folin, au contraire.

f) Quoiqu'il en soit, on se trouve donc universellement amené, pour une raison ou pour une autre, à admettre l'existence d'un double métabolisme — exogène et endogène — de l'azote. Mais comment apprécier la valeur relative de ces deux métabolismes? Montrons seulement quelque chose de la complication du problème.

En 1903, *Landergren* publia des observations sur le « minimum azoté ». Nous devrons y revenir plus loin. Une particularité seulement nous intéresse ici : au cours du jeûne azoté, l'élimination de N prenait sa valeur minima lorsque la ration comprenait au moins une certaine quantité d'hydrates de carbone. Or, malgré la loi de l'isodynamie, cette dose d'hydrates de carbone n'était pas remplaçable par son équivalent en graisses. Une alimentation dépourvue d'albumines et d'hydrates de carbone, mais largement suffisante — en graisses — pour couvrir la dépense énergétique, ame-

nait une excrétion azotée bien supérieure au minimum. L'albumine des tissus devait-elle donc, dans ce cas, fournir une suppléance énergétique malgré la présence d'une quantité de graisses de valeur dynamogénique supérieure aux besoins ? D'où provenait alors cette utilisation défectueuse des graisses ?

Rubner s'expliquait leur insuffisance relative par leur moindre solubilité et leur moindre capacité d'oxydation. Les graisses seraient un combustible de valeur pratique inférieure à celle des hydrocarbonés. On aurait pu songer aussi, pour expliquer partiellement cette infériorité apparente, à la transposition proposée par Chauveau, de la notion d'isodynamie en celle d'isoglycodynamie. Mais ces solutions, qui contiennent toutes deux une part de vérité, ne sont pas adéquates au problème à résoudre. Landergren fit observer que « dès qu'un minimum, d'ailleurs indéterminé, d'hydrates de carbone était présent, des quantités isodynames de graisses et d'hydrocarbonés épargnaient des quantités absolument équivalentes d'azote, et cela, aussi bien pendant le jeûne azoté qu'en régime azoté » (Landergren, *Untersuch. ueber den Eiweissumsatz des Menschen*, Skand. Archiv. f. Physiol., 14, 1903, p. 147).

La fonction de ce minimum d'hydrates de carbone, qui ne peut être suppléé que par des albumines, reste donc obscure. Landergren propose l'hypothèse explicative suivante. La constance de la teneur du sang en glucose, qui est un fait, serait aussi une nécessité physiologique. Or le sang cédant continuellement du glucose pour les besoins énergétiques, il faudra donc bien qu'un apport continuel de glucose répare les soustractions renouvelées. D'où viendra ce glucose ? La transformation physiologique de graisse en sucre est fort improbable. Reste donc qu'en l'absence d'hydrates de carbone fournis par l'alimentation, le sucre néces-

saire soit emprunté à la transformation des albumines. Mais si celles-ci manquent également dans la ration, l'indispensable emprunt sera fait tout entier aux tissus. Le minimum d'hydrocarbonés, dont il est ici question, serait donc exactement la quantité d'hydrates de carbone suffisante à maintenir constant le taux du glucose du sang. Et ce n'est point là un facteur négligeable, car la destruction d'albumines nécessaire pour suppléer ce minimum d'hydrocarbonés se chiffre par plus des deux tiers de l'excrétion azotée totale (Landergren, *Op. cit.*, p. 169).

g) Sommes-nous enfin en possession d'une théorie adéquate aux faits observés? Pas encore. En 1909, Cathcart reprend les expériences de Landergren. Outre les particularités déjà signalées par son prédécesseur, il trouve que seuls parmi les aliments les hydrocarbonés peuvent réduire l'élimination de créatinine. La même observation fut faite plus tard, par Rose, dans le laboratoire de Mendel (1911). Or, on le sait, la créatinine urinaire, dérivé de la créatine, est, dans le jeûne azoté, le révélateur caractéristique de la désassimilation des tissus. Il est donc démontré directement, et non plus seulement par déduction lointaine, qu'une partie au moins des hydrates de carbone sert à épargner la destruction des tissus, soit en réduisant l'importance de celle-ci, soit en compensant partiellement les pertes. Mais ce fait bien établi, Cathcart l'interprète autrement que Landergren. Il suppose qu'une partie de l'azote, normalement libéré par la désassimilation des tissus, entre immédiatement en resynthèse, à la seule condition de trouver à sa portée les radicaux hydrocarbonés nécessaires à la reconstitution de l'albumine. Le rôle privilégié des hydrates de carbone s'expliquerait par là : ils ne réduisent pas la désassimilation de l'azote, mais ils la compensent en rendant possible la resynthèse d'une partie de

l'albumine désassimilée. En l'absence d'hydrates de carbone dans la ration, le surplus d'excrétion azotée ne représente donc pas un usage énergétique accidente des albumines, mais exprime le complément qu'il faut ajouter au minimum absolu d'azote urinaire pour obtenir la valeur totale de l'azote désassimilé des tissus.

L'interprétation de Cathcart s'impose-t-elle? Non, et ceci montre bien la complexité de ces problèmes de biochimie. Cathcart s'appuyait surtout sur le fait que la présence d'un minimum d'hydrates de carbone diminuait l'excrétion de créatinine, ce qui lui paraissait l'indice sûr d'une diminution proportionnelle de la créatine désassimilée. Or, d'après *Rose* (1911), la présence d'hydrate de carbone peut affecter la transformation même de créatine en créatinine : d'où la possibilité d'interpréter autrement que Cathcart des faits d'ailleurs bien observés par lui. Toute cette question du catabolisme de la créatine demeure fort embrouillée.

2. *Le « minimum azoté »*. — Ce n'est point encore le moment, pour nous, de résumer la leçon qui se dégage des théories générales que nous venons d'esquisser. Il nous faut auparavant préciser la signification d'une notion que nous avons rencontrée par deux fois déjà, celle du « minimum azoté ». Le problème qu'elle pose peut s'énoncer sous trois formules, qui ne sont pas nécessairement équivalentes : 1. Quel est le minimum d'excrétion azotée compatible avec le maintien de l'équilibre azoté? 2. Quel est, évalué en quantités d'azote, le minimum d'usure des tissus, indispensable au fonctionnement normal de la vie? Quelle quantité d'azote excrété correspond à l'exercice minimum de la fonction purement et exclusivement plastique de l'albumine?

On conçoit la différence possible de ces trois points de vue : le premier exprime le *fait brut*, qui se manifestera dans les dosages comparés de l'azote alimen-

taire et de l'azote urinaire; le second point de vue serait l'équivalent du premier *si* le minimum constaté d'excrétion azotée exprimait exactement le minimum inévitable de désassimilation des tissus; et le troisième point de vue serait identique au second *si* la désassimilation minima des tissus était l'effet d'un métabolisme purement plastique, sans aucun rôle directement énergétique; car on pourrait imaginer que cette désassimilation minima fût encore, du moins, pour une part, un exercice non suppléable de la fonction énergétique.

Examinons donc de plus près ce « minimum azoté », afin d'y relever, si possible, quelques indices de sa signification véritable.

(A suivre). J. Maréchal.

SITUATION ÉCONOMIQUE DU ROYAUME-UNI

COMPARÉE A CELLE DE L'ALLEMAGNE (1)

(Suite)

INDUSTRIE. — COMMERCE

Après avoir examiné dans la première partie les signes de prospérité des deux pays rivaux, nous avons à en analyser les trois facteurs, l'Agriculture, l'Industrie et le Commerce.

Pour le premier d'entre eux c'est chose faite : abordons le second qui dans chacun des deux pays l'emporte sur les deux autres facteurs.

Industrie. — Les éléments qui permettent de juger de l'importance de la production industrielle d'un pays sont divers ; les plus importants sont le capital engagé dans l'industrie, la force motrice employée et le nombre d'ouvriers occupés.

Le capital engagé est inconnu aussi bien pour l'ensemble de toutes les industries que pour une industrie particulière, sauf pour les entreprises existant sous forme de sociétés ; mais celles-ci ne constituent évidemment pas l'ensemble de toutes les entreprises d'un même genre.

Pour la force motrice au contraire, les statistiques nous renseignent exactement.

(1) Voir Revue des Quest. scient., 3e série, t. XXIII, 20 janvier 1913, pp. 85-127.

En 1907, d'après le CENSUS OF PRODUCTION OF THE UNITED KINGDOM (Final Report Cd 6320, p. 21), le nombre de chevaux vapeur du Royaume-Uni (locomotives exceptées) était de 10 646 000 HP. En 1906, en Allemagne (locomotives exceptées), ce total ne s'élevait qu'à 4 995 000 HP. soit 47 °₀ du total anglais (*Dipl. and Consular Report*, Trade of Germany in 1906, p. 52).

En ce qui concerne le nombre de personnes occupées, les statistiques existent également, mais leurs données sont plus difficilement comparables pour le bon motif qu'elles se basent sur des conventions légèrement différentes de pays à pays, ce qui n'est pas le cas pour la force motrice.

C'est ainsi qu'en Allemagne les restaurateurs sont classés sous la rubrique « *Industrie de l'Alimentation* » : l'armée des garçons de café figurera donc parmi les personnes occupées par cette industrie. Dans le Royaume-Uni au contraire, les restaurateurs sont considérés comme commerçants, de sorte que les garçons de café ne figurent pas dans le personnel industriel : c'est donc bien une convention différente sur ce qui est commerce et ce qui est industrie.

D'autre part, les statistiques allemandes, à l'opposé des statistiques anglaises, ne mentionnent pas, comme employés par l'Industrie, les ouvriers des industries publiques (usines à gaz, water works, centrales électriques, travaux publics etc.). Sous ces réserves, voici les chiffres des personnes employées dans les diverses industries : (pour l'Allemagne voir STATISTISCHE JAHRBUCH 1909, p. 76; pour l'année 1907 et pour le Royaume-Uni, CENSUS OF PRODUCTION, Final Report, p. 21).

Royaume-Uni

1	Mines, carrières	965 000	personnes	2 495 000	HP.
2	Métallurgie du fer	1 539 000	»	2 437 000	»
3	» autre	114 000	»	83 000	»
4	Industries textiles	1 253 000	»	1 987 000	»
5	Industrie du vêtement	756 000	»	84 000	»
6	Indust. de l'aliment., tabac	463 000	»	380 000	»
7	Indust. chimique	127 000	»	214 000	»
8	Indust. du papier et du livre	325 000	»	237 000	»
9	Indust. du cuir-caoutchouc	84 000	»	54 000	»
10	Indust. du bois	239 000	»	173 000	»
11	Indust. du bâtiment	725 000	»	433 000	»
12	Indust. diverses	46 000	»	9 000	»
13	Indust. publiques	342 000	»	2 059 000	»
	Total	6 978 000	»	10 645 000	»

Allemagne

1	Mines et métallurgie	860 000	personnes
2	Travail des métaux	937 000	»
3	Machines	1 120 000	»
4	Industries textiles	1 088 000	»
5	Industrie du vêtement	1 303 000	»
6	Industrie de l'alimentation	1 239 000	»
7	Industrie chimique	172 000	»
8	Industrie du papier et du livre	438 000	»
9	Industrie du cuir	206 000	»
10	Industrie du bois	776 000	»
11	Industrie du bâtiment	1 563 000	»
12	Industries des matériaux de construction	770 000	»
	Total	10 472 000	»
	Force motrice	4 995 000	HP.

Ces chiffres globaux nous permettent déjà de tirer une conclusion très intéressante. Rappelons-nous d'abord que le total du capital versé par les sociétés anglaises dépasse de loin celui des sociétés allemandes. Ajoutons à ce premier fait celui de la force motrice double dans le Royaume-Uni. Enfin, dernier trait, la main-d'œuvre beaucoup plus abondante en Allemagne. Or nous savons également que la grande industrie, par opposition à la petite industrie, ayant besoin de grands capitaux, existe généralement sous la

forme de société anonyme ; qu'elle tend à réduire la main-d'œuvre par l'emploi d'un outillage perfectionné et de la force motrice.

La conclusion s'impose : l'industrie anglaise dans son ensemble est beaucoup mieux outillée que sa rivale, et dans l'évolution économique qui tend vers la diminution de la petite industrie au profit de la grande industrie, elle est à un stade beaucoup plus avancé que l'industrie allemande.

Cette conclusion ne laissera pas que de surprendre celui qui pense aux industries métallurgiques et chimiques en Allemagne. L'examen particulier de ces deux industries nous apprendra ce qu'il faut en croire, mais à côté de ces industries il y en a d'autres, comme celles du bois, du vêtement, du bâtiment, qui illustrent excellemment la conclusion à laquelle nous sommes arrivés.

Ces industries, en effet, ne fournissent pour ainsi dire que le pays même, et leur marché peut être représenté par la population des deux pays ; on peut même dire que, grâce au bien être plus grand régnant dans le Royaume-Uni, ces industries, qui ont avant tout en vue le confort, ont des marchés se valant comme importance.

Néanmoins, ces trois groupes n'occupent dans le Royaume-Uni que 1 720 000 personnes contre 4 407 000 en Allemagne !

Remarquons que même en supposant que les statistiques allemandes comptent comme appartenant à ces industries des personnes qui ne seraient pas considérées comme en faisant partie dans les statistiques anglaises, on n'arriverait pas à expliquer cette différence énorme. La seule explication est donc bien celle que nous avons donnée : pour ces groupes d'industries-là en particulier, la main-d'œuvre joue en Allemagne le rôle des machines dans le Royaume-Uni.

L'examen de la force motrice employée le prouve également : les trois groupes industriels considérés utilisent 6 °/₀ de la force motrice totale employée dans le Royaume-Uni, tandis qu'elle représente 14 °/₀ des chevaux vapeur de l'Allemagne : en d'autres termes, ces groupes industriels sont au moins deux fois aussi bien outillés dans le premier de ces pays que dans le second.

Qu'on ne dise pas que pour faire ce raisonnement nous partons d'une supposition fausse, notamment que les divers groupes d'industries utilisent proportionnellement la même force motrice dans les deux pays : nous faisons, il est vrai, cette supposition, mais elle est toute en faveur des trois groupes industriels allemands. En effet, c'est dans ces trois groupes que nous trouvons le plus grand excès relatif de main-d'œuvre sur les groupes correspondants anglais. Il faudrait donc supposer au contraire qu'en Allemagne les trois industries considérées emploient relativement encore moins de force motrice que les autres industries; ce qui reviendrait à dire que les groupes industriels en question ne sont pas deux fois, mais trois ou quatre fois plus mal outillés que les groupes correspondants anglais.

Ce qui précède ne nous permet pas encore de connaître la production industrielle des deux pays : nous prévoyons bien que celle du pays le mieux outillé dépassera celle du moins bien outillé, mais ceci n'est qu'une donnée relative.

Heureusement, le gouvernement anglais ordonna-t-il, en 1906, un Census of Production, pour l'année 1907. Ce Census, qui est ce qui a été fait de plus parfait en ce genre, était conçu sur les bases suivantes : toutes les entreprises industrielles, quelles qu'elles soient, avaient à fournir deux données : la valeur de leur production durant l'année 1907, et la valeur des

matières premières ou du travail fait par une autre entreprise pour leur compte.

En retranchant le premier chiffre du second, on avait la production industrielle nette de l'entreprise, et en additionnant les données ainsi obtenues on arrivait à la production globale du pays.

On comprend aussitôt que cette manière de procéder excluait tout double emploi, ainsi que la valeur des matières premières (manufacturées ou non) fournies par l'importation ou l'agriculture. L'industrie est ainsi nettement séparée de l'agriculture et du commerce.

Quelques exemples prouveront l'importance qu'il y a à procéder ainsi :

L'industrie du vêtement emploie surtout comme matière première les produits de l'industrie textile. Si nous considérons la production globale de chacun de ces groupes d'industries, et que nous les additionnons, nous compterons évidemment deux fois les produits textiles employés par l'industrie du vêtement.

L'industrie textile elle-même consomme des quantités énormes de coton, de laine, de soie, de chanvre, de jute, fournies par l'importation et l'agriculture du pays : la valeur de ces matières premières ne peut figurer dans la production industrielle, puisqu'elle est mentionnée déjà dans les statistiques commerciales et agricoles.

Un exemple frappant des différences énormes qui résulteraient du fait de faire figurer la valeur des matières premières dans celle des produits finis, est fourni par l'industrie des raffineries d'or et d'argent : ici la matière première s'élève à plus de 2,5 milliards de francs, tandis que la plus-value industrielle due au raffinage n'est que de 10 millions de francs.

Dans l'industrie du cuir également, la matière première est presque égale à la plus-value que lui donne

le travail. Les exemples pourraient être multipliés à l'infini, mais sans utilité du moment qu'on se rend compte de l'importance de la distinction faite entre la production industrielle nette et brute.

Le tableau ci-contre résume la production industrielle nette du Royaume-Uni.

Il y a un certain intérêt à examiner quelle est la valeur approximative de la matière première — dans le véritable sens du mot — employée par l'Industrie anglaise.

Par matière première, nous entendons une matière qui est fournie par l'importation ou l'agriculture et qui n'est pas un produit fini.

Pour le groupe I (Mines et Carrières), il n'y a pas de matière première.

Le groupe II (Métallurgie du fer) ne comprend que le minerai importé, soit				7 500 000 £
Groupe III	Cu, Zn, Sn, Or, Ag., Pb.,		environ	72 500 000 »
» IV	Coton, laine, jute, soie, etc.,		»	120 000 000 »
» V	Vêtement			néant.
» VI	Comestible (blé)		environ	100 000 000 »
» VII	Industries chimiques		»	20 000 000 »
» VIII	Papier		»	9 000 000 »
» IX	Cuir-caoutchouc		»	20 000 000 »
» X	Bois		»	30 000 000 »
» XI	Bâtiment			néant.
» XII et XIII				néant.
			Environ	500 000 000 £

Il faudrait ajouter à cela une certaine quantité de produits manufacturés importés, qui ne sont pas consommés immédiatement, mais entrent encore en fabrication : par exemple des poutrelles de fer, des tôles, etc.

Nous ignorons complètement quelle valeur ces produits peuvent avoir, mais nous savons que cette valeur doit être inférieure à celle de tous les produits manufacturés importés : celle-ci est moindre que

Production Industrielle du Royaume-Uni

(*Census of Production* : Final Report, Cd. 6320, p. 21).

GROUPE D'INDUSTRIES	Production nette	Personnel	Production par tête	Force motrice
I Mines et carrières	119 531 000 £	965 000	124 £	2 495 000 HP
II Métallurgie du fer	153 082 000 »	1 539 000	100 »	2 437 000 »
III Métallurgie autre	11 893 000 »	114 000	103 »	83 000 »
IV Industries textiles	94 334 000 »	1 253 000	75 »	1 987 000 »
V Industrie du vêtement	47 673 000 »	756 000	63 »	84 000 »
VI Comestibles, boissons, tabac	89 514 000 »	463 000	193 »	380 000 »
VII Industries chimiques	21 557 000 »	127 000	170 »	214 000 »
VIII Industries du papier et de typographie	33 650 000 »	325 000	103 »	237 000 »
IX Industries du cuir-caoutchouc	8 618 000 »	84 000	102 »	54 000 »
X Industries du bois	21 444 000 »	239 000	90 »	173 000 »
XI Industries du bâtiment	60 456 000 »	725 000	83 »	433 000 »
XII Industries diverses	4 443 000 »	46 000	96 »	9 000 »
XIII Services publics	45 940 000 »	342 000	134 »	2 059 000 »
	712 135 000 £	6 978 000	100 £	10 645 000 HP

30 000 000 £. Nous pouvons donc négliger cette valeur en comparaison des chiffres précédents.

La production industrielle du Royaume-Uni s'élève ainsi à 1 200 000 000 £ ou 30 milliards de francs, (1907) matières premières comprises.

Ce chiffre est la production industrielle brute : il n'a d'autre utilité que de servir de point de comparaison avec la production industrielle de l'Allemagne.

Dans ce dernier pays, en effet, il n'existe pas de recensement de la production industrielle et les seules données pour certains groupes d'industries ne mentionnent que la production brute. Par conséquent les statisticiens n'ont pu dans leurs calculs que donner la production industrielle brute du pays.

Voici ce que Mulhall, le célèbre statisticien anglais, nous apprend à cet égard (*États-Unis*, par P. Leroy Beaulieu, p. 191).

Production industrielle

	1860	1894
Royaume-Uni	14 milliards	21 milliards
Allemagne	10 milliards	17 milliards

Ceci confirme pleinement ce que nous avions prévu : la supériorité de la production industrielle anglaise sur celle de l'Allemagne.

Pour pouvoir comparer cependant avec précision la production industrielle de ces deux pays au point de vue économique, il serait indispensable de connaître la production nette de l'Allemagne, car il est évident que seule celle-ci importe au point de vue où nous nous plaçons. Elle seule en effet permet de connaître ce que l'industrie rapporte au pays, car, comme nous l'avons déjà dit, les matières premières et les importations concernent exclusivement le commerce et l'agriculture.

Le tableau de la production industrielle du Royaume-Uni nous apprend que les 7 millions environ de personnes engagées dans l'industrie se partagent 700 000 000 £ soit environ 2500 fr. par tête, ce qui est énorme étant donné que, dans ces 7 millions de personnes, il y a pas mal de femmes et d'enfants. Il faut cependant déduire des 700 000 000 £ une certaine somme pour l'intérêt du capital et pour les amortissements.

Venons-en à l'examen comparatif des principales industries des deux pays.

Le tableau comparatif des personnes occupées par mille habitants dans les diverses professions et dans divers pays, nous donne une vue d'ensemble de la question (*British Trade Book*, p. 9).

GROUPE DE PROFESSIONS	Autriche	France	Italie	Belgique	Allemagne	Etats-Unis	Royaume-Uni
Industries textiles.	17	23	24	32	8	17	30
Agriculture . . .	313	212	296	101	137	160	56
Commerce . . .	17	34	17	54	38	29	50
Vêtement . . .	20	41	33	36	16	24	32
Métallurgie . . .	14	22	11	27	14	32	35
Transport . . .	9	15	16	9	23	13	36
Mines	8	8	4	30	8	15	22
Divers.	102	136	75	138	123	133	149
Non occupés . .	485	487	499	539	616	545	560

Examinons plus en détail les chiffres anglais et allemands. Pour l'agriculture, nous n'avons plus à y revenir ; quant au commerce, nous voyons aussitôt que les Anglais s'y adonnent beaucoup plus que les Allemands. Du vêtement, nous en avons déjà parlé. Pour la métallurgie et les industries diverses, nous voyons qu'elles ont, à peu près, la même importance relative dans les deux pays, tandis que les industries textiles, des mines et du transport sont relativement beaucoup

plus importants dans le Royaume-Uni que dans l'Allemagne.

On considère — et à juste titre — que la production charbonnière d'un pays est le baromètre de sa situation industrielle.

Dans le Royaume-Uni la production de la houille a passé de 202 000 000 t. en 1898 à 268 000 000 t. en 1907.

En Allemagne en 1898 on extrayait 96 000 000 t. de houille (soit 45 % de la production britannique) et 143 000 000 t. en 1907 (53 % de la production britannique).

Remarquons une fois de plus que la production allemande croît relativement plus vite que celle du Royaume-Uni, parce qu'elle est moindre, mais qu'absolument parlant elle croît moins vite, puisque pendant le même laps de temps l'augmentation de production anglaise a été de 66 000 000 t. contre seulement 47 000 000 t. en Allemagne, c'est-à-dire que la différence de production s'accentue chaque année.

A ce premier avantage industriel, le Royaume-Uni en joint un second : celui de l'heureuse situation de ses districts houillers. Les trois plus importants (Écossais, Gallois, Nord-Est) sont situés près de la mer, ce qui a une importance capitale pour la facilité des transports et de l'exportation. Au point de vue maritime, nous avons exposé dans un autre article que c'est grâce à cette situation exceptionnelle de ses bassins houillers, que le Royaume-Uni doit sa prépondérance.

Outre ces trois centres houillers principaux, il y en a plusieurs de moindre importance à l'intérieur du pays, centres autour desquels s'est développée nécessairement une région éminemment industrielle.

En Allemagne au contraire, les trois centres importants (Ruhr, Saar, Silésie) sont situés à l'intérieur du pays ; et ils sont beaucoup moins nombreux que dans les Iles Britanniques : l'ensemble du pays est donc

moins bien partagé que sa rivale, au double point de vue de la marine et de la dissémination des bassins houillers.

Nous n'aborderons pas l'examen des ressources houillères futures des deux pays, à cause du caractère éminemment spéculatif de ces considérations et parce qu'en outre l'avenir à ce point de vue est assuré, pour l'un comme pour l'autre, pour un nombre d'années dépassant de loin la durée des prévisions économiques que nous sommes en mesure de faire.

A côté de la production houillère, il y a la production minière (fer, zinc, plomb, etc.). Celle-ci est beaucoup plus importante en Allemagne que dans le Royaume-Uni : toutefois, dans les deux pays, la production minière ne représente qu'une faible partie de la production houillère comme tonnage et comme valeur. C'est ainsi qu'en 1906 la valeur de la production houillère anglaise s'élevait à 3 milliards de francs contre 130 millions de production minière.

En Allemagne, la même année, on a extrait pour 1,7 milliard de houille et 540 millions de minerais divers. De sorte que l'ensemble de l'industrie de l'extraction représente dans le Royaume-Uni 3 130 000 000 francs contre 2 200 000 000 frs en Allemagne (1907) (70 % de la production britannique).

Ceci nous explique déjà pourquoi l'ensemble de l'industrie anglaise dépasse comme importance l'industrie allemande, puisque le charbon, qui est le pain de l'industrie, est plus abondamment produit dans le premier de ces pays.

L'industrie dont la prospérité dépend le plus immédiatement de l'abondance de la houille est, sans conteste, la métallurgie. Le tableau général de la production nette industrielle dans le Royaume-Uni, nous renseigne que la valeur de la production métallurgique

du fer s'élève à près de 4 milliards de francs et qu'elle est l'industrie la plus importante du pays.

Nous ne possédons pas de données comparatives pour l'Allemagne; la comparaison ne peut donc être abordée de front.

Il est vrai que le tableau des personnes occupées dans les diverses industries, nous montre bien qu'il y a un peu plus d'ouvriers métallurgistes en Allemagne que dans les Iles Britanniques — si la proportion des ouvriers métallurgistes anglais est plus grande, la population, second facteur, est moindre — mais ceci ne nous apprend rien, puisque nous savons qu'en général les industries emploient plus de force motrice dans le Royaume-Uni qu'en Allemagne.

D'autre part, nous savons que la production de minerai de fer est de loin supérieure dans le dernier de ces pays (27 000 000 frs en 1907 contre 15 700 000) mais le minerai anglais vaut plus. D'ailleurs, ce qui manque de minerai aux maîtres de forges britanniques dans leur pays, ils l'achètent en Espagne ou ailleurs, quand ils ne possèdent pas les mines dans les pays étrangers comme c'est généralement le cas. Au reste, les métallurgistes de la Ruhr se trouvent dans la même situation, et cela ne les empêche nullement de prospérer, non plus que leurs rivaux. La raison en est aisée à saisir, lorsqu'on sait que le minerai de fer n'a presque pas de valeur en comparaison du produit fini. Le point capital pour les producteurs de fonte, c'est d'avoir des mines qui leur appartiennent, et des charbonnages à proximité. C'est pourquoi l'on voit actuellement les grandes firmes allemandes, telles que Thyssen et d'autres, acheter méthodiquement les minières de Normandie et du Maine.

Cependant, la production de fonte en Allemagne dépasse considérablement celle du Royaume-Uni, et cette avance augmente chaque année :

Allemagne : 12 800 000 t. de fonte en 1907
Royaume-Uni : 10 100 000 t. de fonte en 1907

Cela n'est-il pas un indice certain que la métallurgie du fer de l'Empire est plus importante que celle des Iles Britanniques ?

Il en serait ainsi, si par Industrie Métallurgique nous n'entendions que la production de la fonte, ou même la production des blooms, rails, tôles, poutrelles, billettes, etc. Mais il n'en est nullement ainsi, et le tableau détaillé de la production métallurgique anglaise, montrera clairement que ces produits ne forment qu'une minime partie de la production totale.

Production nette de la Métallurgie dans le Royaume-Uni

Machines	49 425 000 £
Fer, fonte, laminés, etc.	30 000 000 »
Constructions navales	20 000 000 »
Chemins de fer, Matériel, etc. . .	17 100 000 »
Fer blanc, quincaillerie, etc. . .	6 163 000 »
Divers	30 400 000 »
Total	153 088 000 »

L'examen de la production de la fonte ne nous permet donc pas de conclure ; devons-nous renoncer à savoir quelle est la plus importante des deux industries en question ? Nous ne le pensons pas, car une voie détournée va nous amener au but.

Rappelons-nous tout d'abord que l'Industrie anglaise emploie beaucoup plus de chevaux-vapeur que l'allemande, qu'il lui faut donc beaucoup plus de machines, chaudières, etc., et que c'est précisément l'industrie métallurgique qui les lui fournit. Ajoutons à cela que

l'industrie de la construction navale est quatre ou cinq fois plus importante dans le Royaume-Uni qu'en Allemagne, que les chemins de fer ont la même importance comme matériel et comme longueur de rail, que l'industrie textile est au moins deux fois aussi importante dans les Iles Britanniques qu'en Allemagne. Qu'en concluons-nous ? C'est que le marché intérieur anglais est certainement plus important pour l'industrie métallurgique que le marché allemand. Si on joint à cela que le marché extérieur des deux pays — marché bien connu par les exportations — n'est pas du tout équivalent, l'allemand étant de beaucoup le moindre, nous arrivons infailliblement à la conclusion que l'industrie métallurgique anglaise est considérablement supérieure à l'allemande.

Comment se fait-il alors qu'on croie généralement le contraire ? Cela tient à deux causes : la première est que par industrie métallurgique on n'entend que la production de la fonte, poutrelles, rails, tôles, etc., tandis que nous entendons par là la production complète de toutes les industries du fer, depuis le bloc de gueuse jusqu'à la locomotive, et la raison pour agir ainsi, n'est autre que la nécessité : le *Census of Production* ayant adopté cette classification.

La seconde cause est d'ordre psychologique : tout le monde connaît Krupp, Thyssen, Gelsenkirchen, avec leurs capitaux fabuleux ; mais bien peu de gens savent que Vicker, Armstrong, Bolkow et Vaughan, etc., sont tout aussi puissants.

Nous avons donc eu l'idée de réunir dans deux listes toutes les firmes métallurgiques des deux pays, dont le capital (actions, obligations, hypothèques, etc.) dépasse 30 millions de Marks.

Royaume-Uni	Millions Marks	*Allemagne*	Millions Marks
1. *Vickers Sons and Maxim Ld.*	146	Krupp	215
2. *Armstrong, Withworthand C°*	134	Thyssen	?
3. Guest Keen and Nettlefolds Ltd	127	Gelsenkirchen	156
4. Bolkow, Vaughan and C°	92	Phœnix	135
5. John Brown and C°	94	Harpener	97
6. Cammell-Laird and C°	80	Hibernia	80
7. William Beardmore and C°	60	Friedenshutte	57
8. United Collieries Ltd.	66	Rombach	55
9. Dorman Long and C°	44	Union	53
10. Furness Withy and C°	42	Luxemburgische	48
11. Cargo Fleet Iron C° Ltd.	40	Laurahütte	47
12. Wigan Coal and Iron C° Ltd	36	Aumetz-la-Paix	44
13. Stewart and Lloyds Ltd.	35	Hohenlohe	40
14. North British Locomotive C°	35	Eschweiler	37
15. Wagon C° Ltd	33	Duisburg-Meiderich	37
16. Cosett Iron C° Ltd.	30	Kattowitz	36
17. Fairfield Shipbuilding and Eng. C°	30		
18. Howard, Bullough and C°	30		1 137
19. Pease and Partners	30		
	1 184		

Comme nous ignorons le capital engagé dans les entreprises de Thyssen, nous pouvons admettre le même chiffre total pour les deux pays.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue, que Gelsenkirchen, le Phœnix, Hibernia, Harpener et plusieurs autres sociétés allemandes, sont avant tout des charbonnages tandis qu'il n'en est pas ainsi pour les sociétés anglaises, excepté pour les United Collieries.

Loin donc que la métallurgie allemande (hauts fourneaux, aciéries, laminoirs, ateliers de construction, chantiers, etc.) soit plus concentrée que l'anglaise, sous forme de grandes sociétés, c'est plutôt le contraire qui est vrai.

Il est même à remarquer que si dans le Royaume-Uni il y a 19 sociétés métallurgiques dépassant les 30 millions de marks contre 16 également puissantes en Allemagne, il existe dans le premier de ces pays une concentration de capitaux et d'entreprises qui n'apparaît pas au premier examen.

Lord Furness, récemment décédé, nous en fournit un exemple frappant : il jouait un rôle prépondérant dans :

Richardson, Westgarthe and C°	1 050 000 £
South Durham Steel and Iron C°	950 000 »
Weardale Steel, Coal and Coke C°	1 150 000 »
Cargo Fleet Iron C°	1 975 000 »
Palmers Shipbuilding and Iron C°	883 000 »
Tees Side Bridge and Eng. Works	75 000 »
Furness Withy and C°	2 000 000 »
Manchester Liners	?

soit un ensemble d'entreprises houillères, métallurgiques, de constructions navales et maritimes, représentant plus de deux cent millions de francs.

Ceci n'est pas un exemple isolé, et il serait aisé d'en citer d'autres ; et cet exemple est d'autant plus caractéristique que Lord Furness dirigeait l'ensemble de ces entreprises et ne se contentait nullement du rôle passif qu'on voit trop souvent jouer par les administrateurs de sociétés dans d'autres pays.

Assurément la même concentration cachée existe en Allemagne également, mais nous voulons seulement faire remarquer que l'industrie anglaise, en apparence plus divisée que l'allemande, ne l'est pas du tout en réalité.

A côté de la métallurgie du fer, il y a celle des autres métaux : mais son importance est beaucoup moindre.

De plus, nous nous trouvons devant la même difficulté que pour le fer. La valeur de la production nette industrielle des autres métaux que le fer, représente 300 000 000 frs en 1907, dans le Royaume-Uni. D'autre part, la valeur de la production des petits métaux s'est élevée, la même année, à 380 000 000 frs en Allemagne. Mais ces deux chiffres ne peuvent se

comparer, puisque, dans le premier, la valeur des métaux bruts importés n'entre pas en ligne de compte, celle-ci s'élevant à près de 72 000 000 £ ou près de deux milliards, pas plus que la valeur des minerais importés ou extraits dans le pays. Par contre il ne s'agit que de produits finis ne devant plus subir de transformation. En Allemagne, au contraire, les 380 millions représentent la valeur marchande des métaux bruts produits dans le pays, sans distinction de l'origine du minerai ni de sa valeur.

Quoi qu'il en soit, nous pensons que dans cette industrie — sœur cadette de celle du fer — l'Allemagne a un léger avantage.

Si l'industrie métallurgique dépend essentiellement de l'abondance de la houille, il n'en est pas du tout de même de l'industrie textile. Celle-ci présente cette particularité d'acheter toute sa matière première à l'étranger, matière première relativement et absolument beaucoup plus chère que celle de la métallurgie.

L'industrie textile se divise en industrie du coton, de la laine, du lin, du jute, de la soie, du chanvre, de la dentelle, de la bonneterie, etc., blanchisserie, teintureries, etc.

Le tableau détaillé de la production textile dans le Royaume-Uni, donnera une idée de l'importance relative de ces diverses branches.

Manufactures de coton (filés et tissus) . . .	46 000 000 £
» » laine (» »). . .	19 000 000 »
Blanchiments, teintureries, impress., apprêts.	10 000 000 »
Lin, jute et chanvre (filés, tissus)	9 000 000 »
Dentelles	3 000 000 »
Bonneteries.	3 000 000 »
Soie	2 750 000 »
Divers	2 576 000 »
Total. . .	94 334 000 »

La part du lion revient donc sans conteste à l'industrie cotonnière : on sait que les États-Unis sont les plus forts producteurs de coton du monde (environ 60 °/₀ les dernières années), mais ce qu'on ignore généralement, c'est que les Indes anglaises produisent plus de 20 °/₀ de la récolte mondiale et que l'Égypte intervient pour à peu près 5 °/₀.

La consommation du coton était la suivante en 1900 :

Continent Européen	5720	balles
États-Unis	4819	—
Royaume-Uni	4167	—
Autres pays	2442	—

Ce serait une erreur de croire que la consommation du coton indique seule l'importance de l'industrie cotonnière : tout d'abord il y a une différence énorme entre les divers cotons, et puis surtout, il en est pour cette industrie comme pour la métallurgie, la perfection et la valeur du produit fini jouent un rôle prépondérant.

Le nombre des broches employées donne une indication précieuse à cet égard, car il est facile de comprendre que plus le coton est de bonne qualité, et plus le produit fini est fin, plus il faut de broches pour effectuer ce travail.

C'est ainsi qu'en 1900, le Royaume-Uni qui vient troisième pour la consommation du coton, vient en premier lieu pour le nombre de broches (45 000 000) ; le Continent vient ensuite (33 000 000) et les États-Unis descendent du premier au troisième rang (19 000 000).

Ceci est capital pour se rendre compte que la consommation de la matière première ne prouve rien en soi.

Malgré son importance inouïe, l'industrie cotonnière continue à se développer à pas de géant dans le Royaume-Uni : c'est ainsi que de 1900 à 1909, le

nombre de broches a passé de 43 à 53,5 millions (56 000 000 en 1911).

L'Allemagne au contraire, pendant ce temps, n'a vu monter le nombre de ses broches que de 9 340 000 à 9 880 000.

Ceci prouve de toute évidence la supériorité écrasante de l'industrie anglaise de la filature de coton sur l'allemande.

Pour les tissus, la supériorité existe également, mais n'est plus aussi grande.

En 1906, il y avait en Allemagne 231 000 métiers à tisser le coton, tandis que dans le Royaume-Uni il y en avait 615 000 en 1890 et 750 000 en 1911 (nous ne possédons pas les chiffres pour les mêmes années).

Ces données suffisent pour se faire une idée de l'importance de l'industrie cotonnière des deux pays.

Ajoutons que le Royaume-Uni achète à l'Allemagne des filés et des tissus de seconde qualité — ne pouvant les fabriquer lui-même à cause du peu de gain que leur fabrication laisserait à une main-d'œuvre expérimentée ne pouvant produire de la seconde qualité et être payée à sa valeur — et leur vend des tissus et surtout des filés de première qualité.

Nous nous ferions un reproche de ne pas attirer l'attention du lecteur sur le fait que l'industrie de la filature du coton est pour ainsi dire contrôlée par la puissante firme P. et J. Coats, qui dispose d'un capital de plus de 250 000 000 frs, capital qu'elle rémunère d'ailleurs des plus aisément. Ajoutons pour finir, que 80 % de la production cotonnière anglaise sont exportés.

Dans l'industrie de la laine, seconde en importance, la supériorité anglaise est moindre, pour le bon motif que cette industrie est beaucoup plus ancienne dans l'Empire que celle du coton.

A ce propos, remarquons une fois de plus, que les

progrès d'une industrie nouvelle ne doivent pas servir de base à des prévisions de longue durée : en effet, nous voyons ce fait curieux, que l'industrie cotonnière, en Allemagne, fait des progrès bien plus rapides que celle de la laine ; et néanmoins, cette dernière peut beaucoup mieux soutenir la comparaison avec l'industrie lainière anglaise : c'est la différence entre les comparaisons absolues et relatives.

L'industrie lainière anglaise consommait, en 1911, environ 220 000 t. de laine (contre 180 000 t. consommées par l'Allemagne), et elle disposait de 8 000 000 de broches et de 150 000 métiers ; 3/5 de la production sont exportés.

Oppel, dans son ouvrage sur l'industrie textile allemande *(Die Deutsche Textilindustrie)*, estime la production lainière anglaise à un milliard de marks : il ne spécifie pas celle de l'Allemagne pour la laine, mais il estime que sa production textile totale n'est que de deux milliards ; son industrie cotonnière, étant à elle seule plus importante que celle de la laine, il va de soi que si des deux milliards de production textile allemande nous retranchons la production de l'industrie du coton, de la soie, du jute et du lin, etc., il restera beaucoup moins d'un milliard pour la production lainière.

Ceci nous prouve déjà la plus grande importance de l'industrie lainière du Royaume-Uni.

Cependant à cause du manque de renseignements précis, pour l'Allemagne, nous sommes forcés de comparer toutes ses industries textiles, autres que celle du coton, avec les industries correspondantes des Iles Britanniques.

L'industrie linière et du jute en Grande Bretagne et Irlande emploie 1 500 000 broches, 60 000 métiers et exporte les 3/4 de la production.

L'industrie de la soie, la moins importante, n'utilise que 1 000 000 broches et 10 000 métiers. Ensemble,

les industries lainière, linière, du jute et de la soie, disposent dans le Royaume-Uni de 10 500 000 broches et de 220 000 métiers.

Les mêmes industries disposent en Allemagne de 6 120 000 broches et du même nombre environ de métiers.

Le nombre relativement plus grand de métiers en Allemagne provient de son importante industrie de la soie, qui utilise beaucoup plus de métiers que de broches.

Ceci nous montre donc, que l'industrie lainière et linière (jute compris) est notablement plus importante dans le Royaume-Uni qu'en Allemagne. Par contre l'industrie de la soie est beaucoup plus importante dans ce dernier pays.

Voici, en 1907, la valeur et le poids des matières premières textiles consommées par l'Allemagne :

COTON	LAINE	JUTE	LIN	SOIE
494 millions de marks	381 millions	63 millions	56 millions	177 millions
459 000 tonnes	180 000 t.	148 000 t.	81 000 t.	6000 t.

En résumé, pour les deux plus importantes branches de l'industrie textile allemande, la supériorité anglo-saxonne est formidable ; pour les deux suivantes, elle est moindre ; enfin, pour celle de la soie, la moins importante par la plus-value que lui donne le travail, c'est l'Allemagne qui l'emporte.

Ceci revient à dire, ce que tout le monde sait, que l'industrie textile du Royaume-Uni est au moins deux fois plus importante que celle de l'Allemagne.

Phénomène curieux, dans les deux pays, à peu près le même nombre de bras sont occupés par l'industrie textile : cela confirme ce que nous disions plus haut de l'outillage plus perfectionné de l'industrie anglaise.

Nous n'examinerons pas en particulier les industries de la bonneterie, passementeries, dentelles, etc., apprêts, teintureries, blanchissages, etc., parce que, si

d'une part nous connaissons la production britannique, pour chacune de ces branches, nous ignorons complètement celle de l'Allemagne, et nous n'avons comme point de comparaison que le nombre de personnes employées : ce qui ne peut que nous induire en erreur.

D'ailleurs l'examen et de la production anglaise, et du nombre de personnes employées à ces diverses industries dans les deux pays, prouve qu'elles n'ont qu'une importance toute secondaire.

Nous aurions à examiner ensuite, par ordre d'importance, l'industrie des comestibles, boissons et tabacs ; mais n'ayant aucun point de comparaison entre les deux pays, pas même celui des personnes employées (voir ce que nous avons dit plus haut à ce sujet), nous devons y renoncer.

Il en est de même pour les industries du bâtiment, des services publics, du vêtement, du papier et de la typographie, du bois, du cuir et du caoutchouc.

Au surplus, la plupart de ces industries sont plutôt le résultat du bien-être général que sa cause — bien entendu elles y contribuent pour leur part — et elles ne jouent qu'un rôle secondaire dans les échanges internationaux.

L'examen des industries diverses s'exclut par son nom même : il ne reste donc plus que l'industrie chimique.

Ici l'Allemagne dépasse le Royaume-Uni, mais on se tromperait étrangement, en attribuant à cette industrie une importance qu'elle n'a pas, et en s'imaginant que la supériorité allemande est énorme.

M. Müller, dans son livre sur l'industrie chimique allemande, estime sa production à un milliard de marks, matières premières et importées pour fabrication ultérieure comprises : soit la moitié de l'industrie

textile de l'empire, et beaucoup moins que l'industrie métallurgique.

La production de l'industrie chimique du Royaume-Uni, atteint un demi milliard sans les matières premières et importées, et avec celles-ci dépasse un milliard de francs. La supériorité allemande, si elle existe, est donc bien faible, et ici comme toujours la réputation de quelques firmes universellement connues comme Beyer et C°, Badische Anilin and Soda Fabrike, etc., rejaillit sur toute l'industrie chimique. Mais il ne faut pas oublier que ces firmes se spécialisent dans la production de produits colorants et dérivés, et que l'industrie chimique comprend une multitude d'industries diverses, telles que la fabrication des acides, drogues, parfumeries, savons, bougies, huiles, engrais, allumettes, sels, explosifs, amidon, etc.

D'ailleurs, dans le Royaume-Uni, il y a également certaines firmes aussi fabuleuses par leur importance et leurs bénéfices, que celles que nous avons citées pour l'Allemagne : qu'il nous suffise de citer Lever Frères (Sunlight Soap, 188 000 000 fr. de capital) et Bruner, Mond et C° (70 000 000 fr. Dividendes de 27,5 °/₀ depuis plusieurs années) et l'United Alkali C°, celle-ci plus remarquable par son capital (215 000 000 frs) que par ses bénéfices plutôt maigres.

Cet examen nécessairement rapide et superficiel des diverses industries des deux pays concurrents nous confirme donc, dans son ensemble, ce que nous avons dit précédemment de la supériorité industrielle du Royaume-Uni sur l'Allemagne.

Entre l'industrie et le commerce proprement dit, se trouve l'industrie du transport, dont la bonne organisation a une importance notable pour l'une et l'autre de ces branches de l'activité économique d'un pays.

L'industrie du transport se subdivise naturellement

en transport par terre et par eau. Sur terre, les chemins de fer jouent sans conteste le rôle principal. Le tableau comparatif suivant nous renseigne sur la situation respective des Iles Britanniques et de l'Allemagne :

	1898	1907
Capital : Royaume-Uni	28 400 000 000 fr.	32 400 000 000 fr.
Allemagne	14 500 000 000 fr.	18 700 000 000 fr.
Long. de lignes : Royaume-Uni	35 000 km.	37 150 km.
Allemagne	48 000 km.	56 191 km.
Double voie : Royaume-Uni		55 %
Allemagne		35 %
Long. par km² : Royaume-Uni	11 km.	12 km.
Allemagne	9 km.	10 km.
Long. par 10 000 hab. : R.-Uni		8 5 km.
Allem.		9 km.
Coefficient d'exploit. : R.-Uni		62 %
Allemagne		63 %
Recettes : Royaume-Uni	24 000 000 000 fr.	37 200 000 000 fr.
Allemagne	22 000 000 000 fr.	33 000 000 000 fr.
Transport. Personnes : R.-Uni	1 000 000 000	1 260 000 000
Allem.	750 000 000	1 280 000 000
Marchandises : Royaume-Uni	378 000 000 t.	515 000 000 t.
Allemagne	320 000 000 t.	508 000 000 t.

Matériel par 100 kilomètres de voie

	Locomotives		Wagons		Trucks	
	1898	1907	1898	1907	1898	1907
Royaume-Uni	55	60	124	140	1862	2079
Allemagne	35	41	69	84	727	859

	1895	1906
Recettes au km. : Royaume-Uni	76 000 Mks	93 000 Mks
Allemagne	35 000 Mks	46 000 Mks

Quelques remarques suffiront pour attirer l'attention sur les points importants du tableau.

Le capital des chemins de fer du Royaume-Uni est

beaucoup plus considérable, absolument et relativement, qu'en Allemagne : cela tient à trois causes : le terrain coûte plus cher dans les Iles Britanniques, les voies sont beaucoup mieux placées (doubles voies, viaducs, passages à niveau, tunnels plus nombreux) : le matériel roulant est plus abondant et meilleur. Bref, au point de vue des voyageurs, les trains anglais sont supérieurs aux allemands.

Ensuite, malgré la petitesse du pays, la longueur moindre des lignes, et la population inférieure, les recettes, et, ce qui importe davantage, le nombre des personnes et des marchandises transportées sont les mêmes. Cela indique une plus grande activité économique et un plus grand bien-être dans les Iles Britanniques.

De même, le plus grand nombre de locomotives et de wagons explique que, sur une moindre longueur de lignes, dans le Royaume-Uni, il y ait autant de trafic que sur le réseau plus important de l'Allemagne.

Un point important, c'est le bénéfice net des deux entreprises : dans le Royaume-Uni, malgré le capital énorme, le dividende moyen du capital et des obligations est d'environ 4 %, ce qui est parfaitement satisfaisant et pour le public voyageur et pour les actionnaires.

En Allemagne, les chemins de fer appartenant à l'État, le bénéfice est arbitraire, car il est évident que les réparations, l'entretien, l'amortissement jouent le rôle capital dans le compte de profits et pertes : or un gouvernement, quel qu'il soit, ne peut inspirer la même confiance qu'une société en matière financière. D'une part, en effet, les chemins de fer allemands servent à équilibrer le budget en temps normal ; d'autre part, en cas de besoin, le budget peut servir à équilibrer les chemins de fer ; tandis que les Compagnies

Anglaises ne doivent jamais que compter sur elles-mêmes : elles sont obligées à une bonne gestion.

Après les chemins de fer, les tramways constituent le moyen de transport le plus répandu et le plus important. Le tableau ci-dessous renseigne la situation respective des deux pays :

Longueur de rail	1890	1907
Royaume-Uni	1890 kilom.	3840 kilom.
Allemagne	2921 kilom.	3719 kilom.

Capital engagé	1894	1907
Royaume-Uni	350 000 000 fr.	1 700 000 000 fr.
Recettes	93 000 000 fr.	300 000 000 fr.
Voyageurs	661 000 000	2 625 000 000

On voit aussitôt que le Royaume-Uni, après avoir été dépassé par l'Allemagne au début, l'a devancé à son tour, quand l'industrie électrique du pays a pris un essor grandiose.

Après l'examen des moyens de transport terrestres, à peu près équivalents dans les deux pays, se présente la question des transports par eau.

Ceux-ci sont ou par mer, ou par cours d'eau. Voici en tableau la situation respective des deux pays au point de vue de la marine marchande.

	Royaume-Uni			Allemagne	
	Steamers	Voiliers		Steamers	Voiliers
1894	9 671 000 g. t.	2 988 000 g. t.	1896	1 319 000 g. t.	591 000 g. t.
1908	16 735 000 g. t.	1 402 000 g. t.	1908	3 696 000 g. t.	433 000 g. t.

Inutile d'insister sur la supériorité écrasante du Royaume-Uni : remarquons seulement que si l'Allemagne augmente relativement plus vite sa flotte marchande que sa rivale, absolument parlant elle

l'augmente moins vite : c'est-à-dire que la différence de tonnage entre les deux flottes s'accroît tous les ans.

Tableau des entrées et sorties des ports
(navires chargés)

Royaume-Uni		Allemagne	
1894	66 700 000 u. t.	1893	18 300 000 u. t.
1908	96 000 000 u. t.	1907	34 700 000 u. t.

Navires étrangers

1907-08	32,5 %	50 %

Nombre de marins

1908	274 000 (33 % étrangers)	71 000

Le tableau du mouvement des ports, nous fait déjà prévoir que le commerce international du Royaume-Uni sera plus considérable que celui de l'Allemagne. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que ce dernier pays a des frontières terrestres extrêmement étendues.

Pour la navigation fluviale, l'Allemagne l'emporte de loin sur le Royaume-Uni.

En Allemagne il y a 14 000 kilom. de voies navigables, le tonnage des navires d'intérieur passe de 2 100 000 u. t. en 1887, à 5 914 000 u. t. en 1907 et 6 200 000 u. t. en 1910. Le tonnage transporté, doit être évalué à environ 73 000 000 t. en 1907 : ce chiffre est obtenu en additionnant les entrées et sorties des 25 ports fluviaux les plus importants d'Allemagne. A ces chiffres, il faut ajouter 9 300 000 t. transportées par cabotage : soit un total de près de 80 000 000 t.

Dans le Royaume-Uni, le cabotage joue le rôle de navigation fluviale en Allemagne ; le nombre de villes non reliées à la mer est des plus restreints. Citons

parmi les ports : Londres, Liverpool, Manchester, Glasgow, Dublin, Edimbourg, Belfast, Newcastle, Sunderland, Hull, Bristol, Swansea, Cardiff, toutes grandes villes.

En 1908 le cabotage anglais réprésente 60000000 u. t. chargées à l'entrée et à la sortie : si on ajoute à cela la navigation intérieure, les deux pays se trouvent dans la même situation, pour les transports par eau dans l'intérieur du pays.

Remarquons à ce propos que les transports par eau sont de loin inférieurs à ceux par chemin de fer comme tonnage transporté (nous ignorons le nombre de tonnes-kilomètres pour les deux pays) ; toutefois, les chiffres cités plus haut sont incomparables, le tonnage par eau étant un volume et celui par chemin de fer étant un poids : le tonnage par eau doit être à peu près doublé pour devenir du tonnage en poids.

Dans son ensemble donc, l'industrie des transports est à peu près aussi importante et aussi bien outillée en Allemagne que dans le Royaume-Uni, excepté pour les transports maritimes internationaux, où ce dernier pays jouit d'une écrasante supériorité.

Abordons enfin l'examen du commerce des deux pays. Remarquons pour commencer que le commerce international ne représente qu'une faible partie du commerce total d'un pays, car il est évident que les échanges de marchandises ne se font pas seulement de pays à pays, mais de ville à ville, de village à village et d'homme à homme.

Tous ceux qui vivent de cet échange sont commerçants : plus cet échange est actif, plus il y aura de monde qui en vivra, car il est à remarquer que le commerce étant une opération beaucoup plus intellectuelle que matérielle, les machines ne peuvent guère remplacer les hommes.

Il découle de là, que le nombre de personnes adonnées au commerce est une indication sérieuse — pas absolue — de l'importance du commerce tant intérieur qu'extérieur.

Le tableau des occupations par mille habitants des deux pays en question nous renseigne à cet égard : dans le Royaume-Uni 50 personnes s'adonnent au commerce, en Allemagne 29 seulement. Même en tenant compte des différences des statistiques et de la population plus importante de l'Empire, il s'ensuit qu'absolument et relativement le commerce occupe plus de personnes dans les Iles Britanniques qu'en Allemagne, et que par conséquent le commerce est de beaucoup plus important dans le premier de ces pays.

Ceci est la seule donnée statistique permettant d'apprécier le commerce intérieur.

Pour le commerce extérieur, au contraire, les statistiques abondent.

Le tableau suivant renseigne la situation respective des deux pays à cet égard, en 1910 ; nous donnons les chiffres du commerce général, c'est-à-dire réexportations comprises. En effet, au point de vue commercial, il est bien indifférent que la marchandise reste dans le pays ou en ressorte : le bénéfice pour le commerçant est le même, sinon plus grand.

	Royaume-Uni	Allemagne
Importations	678 000 000 £	400 000 000 £
Exportations	534 000 000 »	310 000 000 »
Total	1212 000 000	710 000 000

C'est-à-dire que le commerce extérieur de l'Allemagne représente environ 59 % du commerce anglais.

Le commerce allemand, comme de juste, croît relativement beaucoup plus vite que l'anglais, puisqu'il est moindre, mais absolument parlant il croît moins

vite, puisqu'en 1900 la différence du commerce général (importations et exportations réunies) des deux pays ne s'élevait qu'à 6 800 000 000 marks contre 10 040 000 000 marks en 1910, c'est-à-dire que l'avance du Royaume-Uni s'accroît constamment.

La population des Iles Britanniques étant inférieure à celle de l'Empire, et son commerce plus élevé, il s'ensuit que le commerce, par tête d'habitant, est de beaucoup supérieur dans le premier de ces pays.

Enfin, dans chacun des deux pays, le commerce par tête d'habitant s'accroît constamment, ce qui veut dire que le commerce général croît plus vite que la population : c'est évidemment un indice de bien-être et de prospérité croissante.

Pendant les dix dernière années (1900-1910), les exportations anglaises se sont élevées à 67 % des importations (commerce spécial, c'est-à-dire réexportations exclues).

Pour l'Allemagne, la proportion des exportations est un peu plus élevée.

Les marchandises se divisent en trois classes : comestibles et tabac, matières premières, produits manufacturés.

Le tableau ci-dessous renseigne la situation des deux pays à cet égard :

	Royaume-Uni		Allemagne	
	Importation	Exportation	Importation	Exportation
Comestibles, etc.	41 p. c.	6 p. c.	30 p. c.	10 p. c.
Matières premières	34 »	13 »	54 »	25 »
Prod. manufacturés	25 »	81 »	16 »	65 »

L'examen de ce tableau prouve aussitôt que, malgré l'importance de son agriculture, l'Allemagne est forcée d'importer énormément pour se nourrir. Il prouve ensuite la puissance de l'industrie anglaise qui exporte,

pour ainsi dire, exclusivement des produits manufacturés.

La proportion plus grande de produits manufacturés importés dans le Royaume-Uni prouve — surtout par l'examen de ces produits ouvrés — qu'ils sont transformés en produits plus achevés : c'est un indice nouveau de la perfection de son outillage. Un exemple éclaircira notre pensée : de la fonte importée figure comme produit manufacturé ; elle sera transformée en machine dans le Royaume-Uni, et exportée au grand profit du constructeur.

On peut prévoir même le moment où la fonte ne sera produite qu'en faible quantité dans le Royaume-Uni, mais aussi longtemps que le reste de la métallurgie sera aussi prospère qu'elle l'est actuellement, cette situation ne fera aucun tort au pays, bien au contraire, puisqu'il ne s'entêtera pas à faire une besogne que d'autres peuvent faire à meilleur compte que lui, tandis qu'il fera un travail que personne ne fait dans d'aussi bonnes conditions que lui, notamment la construction des machines, etc.

Voyons le détail des importations et exportations dans le Royaume-Uni, en % (1908) :

Importations

Classe I.	Comestibles : 41 % des importations ou 243 000 000 £.	
	Céréales et farines	30 %.
	Viande (fraîche et gelée)	20 »
	Beurre, fruits, fromage	28 »
	Tabac, vins, sucre, thé, spiritueux	22 »
Classe II.	Matières premières : 34 % des importations ou 201 000 000 £.	
	Minerais	7 %.
	Bois	12 »
	Coton	27 »
	Laine	15 »
	Textiles divers	7 »
	Graine, huile, pétrole	14 »
	Divers	18 »

Classe III. Produits fabriqués : 25 % des importations ou 148 000 000 £.

Fers et fontes	5 %.
Métaux divers	18 »
Machines, tôles, etc.	6 »
Produits textiles	26 »
Produits chimiques	7 »
Cuir ouvré	8 »
Divers	30 »

Exportations

Classe I. (sans importance) 22 000 000 £.

Classe II. Matières premières : 52 000 000 £.

Charbon	80 %.
Divers	20 »

Classe III. Produits manufacturés : 303 000 000 £.

Fers, acier, fonte,	12 %.
Machines, navires, etc.	19 »
Coton	31 »
Laine	10 »
Divers textiles	4 »
Vêtement	3 »
Produits chimiques	5 »
Divers	16 »

La forme sous laquelle les statistiques allemandes sont publiées ne permet pas de donner un tableau semblable pour l'Allemagne, mais la répartition des marchandises est sensiblement la même. Nous donnons le tableau des importations et exportations des marchandises les plus importantes en Allemagne, de façon qu'on puisse se faire une idée du commerce extérieur de ce pays (1908) :

Importations (spéciales)

	Millions de Marks		Millions de Marks
Coton brut	476	Saindoux	123
Froment	349	Peaux et fourr.	123
Laine brute	311	Salpêtre	116
Orge	255	Bois en planches	115
Cuivre brut	194	Bois brut	108

	Millions de Marks		Millions de Marks
Charbon	170	Graine de lin	101
Café	163	Caoutchouc	100
Peaux	139	Riz	100
Œufs	138	Filés de coton	100
Son, etc.	132	Machines	90
Minerais de fer	126	Pétrole	90
Tabac en feuilles	125	Filés de laine	90
Soie brute	124		

Exportations (spéciales)

	Millions de Marks		Millions de Marks
Machines	437	Fer et aciers	141
Coton (filés, tissus)	350	Cuirs	115
Charbon	287	Fourrures	106
Laine (filés, tissus)	258	Aniline	100
Sucre	194	Coke	82
Soie (tissus)	166		

Le tableau suivant nous renseigne la situation géographique du commerce d'exportation anglais et allemand en p. c. durant la décade 1900-1910.

	le Royaume-Uni vend				l'Allemagne vend			
à l'Allemagne	10	°/₀	de ses importations					
États-Unis	17	»	»	»	11	°/₀	de ses importations	
France	13	»	»	»	10	»	»	»
Hollande	11	»	»	»	24	»	»	»
Chine	17	»	»	»	0	»	»	»
Belgique	10	»	»	»	13	»	»	»
Italie	17	»	»	»	15	»	»	»
Autriche-Hongrie	8	»	»	»	38	»	»	»
Japon	22	»	»	»	9	»	»	»
Russie	15	»	»	»	37	»	»	»
Suisse	5	»	»	»	30	»	»	»
Espagne	20	»	»	»	9	»	»	»
Argentine	34	»	»	»	14	»	»	»
Danemark	16	»	»	»	32	»	»	»
Suède	26	»	»	»	37	»	»	»

	le Royaume-Uni vend				l'Allemagne vend			
à Norwège	26	%	de ses	importations	28	%	de ses	importations
Roumanie	16	»	»	»	31	»	»	»
Portugal	30	»	»	»	16	»	»	»
Inde	65	»	»	»	?	»	»	»
Australie	60	»	»	»				
Canada	24	»	»	»				
Straits	11	»	»	»				
Cap	63	»	»	»				
Nouvelle-Zélande	60	»	»	»				
Ceylan	26	»	»	»				
Natal	57	»	»	»				
Indes occident.	40	»	»	»				
Ile Maurice	26	»	»	»				
Terre Neuve	26	»	»	»				
Guinée	54	»	»	»				

Nous ne possédons pas les données correspondantes en p. c. pour les importations des divers pays en Allemagne et dans le Royaume-Uni.

Mais le tableau ci-dessous renseigne l'importance des deux pays rivaux comme clients des pays étrangers.

Les chiffres placés à côté du nom des pays représentent en millions de livres sterling les exportations de ces divers pays.

Le *Royaume-Uni* est le meilleur client de

États-Unis	341	Suède	27
Allemagne	324	Égypte	27
France	229	Chili	22
Indes	129	Norwège	15
Argentine	79	Ceylan	10
Australie	65	Portugal	6
Canada	62	Pérou	5
Cap	47	Natal	4
Espagne	39	Grèce	4
Danemark	34	Côte d'Or	3
Straits Settl^{ts}	33	Guinée	2
N.-Zélande	20	Sierra Leone	1

L'*Allemagne* est le meilleur client de

Hollande	205	Autriche	97
Belgique	112	Italie	75
Russie	105	Suisse	46

Comme seconds clients les deux pays ont la situation suivante :

Royaume-Uni		*Allemagne*
Hollande		États-Unis
Russie		Indes
Autriche		Argentine
Brésil		Cap
Suisse		Danemark
Mexique	24	Suède
Jamaïque	3	Égypte
Maurice	2	Chili
		Norwège
		Natal
		Côte d'Or
		Sierra Leone

Pour compléter le tableau, ajoutons que les seuls pays où le Royaume-Uni ou l'Allemagne ne sont pas les plus forts acheteurs sont :

Brésil	64	(États-Unis plus fort acheteur)
Japon	44	» » »
Chine	44	(Japon » »
Mexique	24	(États-Unis » »
Roumanie	19	(Belgique » »
Uruguay	7	(Argentine » »
Bulgarie	4	(Turquie » »
Serbie	4	(Autriche » »
Jamaïque	3	(États-Unis » »
Maurice	2	(Indes » »
Terre Neuve	2	(Brésil » »

Un point concernant le commerce international, qui mérite examen est la différence entre les importations et les exportations : la situation étant la même pour les deux pays considérés, nous l'examinerons spécialement au point de vue du Royaume-Uni, qui est le pays au monde où cette différence est la plus grande.

Le tableau ci-dessous donne la situation des principaux pays à cet égard, pendant les années 1900-1910. Il s'agit évidemment ici du commerce spécial. Si les exportations sont représentées par 100, les importations sont représentées dans les pays suivants :

Royaume-Uni	par	149
Allemagne	»	123
États-Unis	»	72
France	»	107
Hollande	»	122
Belgique	»	128
Autriche-Hongrie	»	101
Russie	»	77
Italie	»	140
Espagne	»	109

Nous voyons ainsi un pays très prospère comme les États-Unis exporter plus qu'il n'importe et d'autres très prospères également, comme l'Allemagne et le Royaume-Uni, importer davantage.

Il résulte de là que la proportion des importations et des exportations n'est pas, prise isolément, un indice de prospérité ou de déclin.

Ceci n'empêche qu'il faut expliquer comment un pays peut importer plus qu'il n'exporte, souvent pendant plus d'un demi-siècle, comme c'est le cas pour le Royaume-Uni.

La réponse est très simple : c'est qu'en réalité cela n'est pas, et que tous les pays ont les mêmes impor-

tations et exportations, pour le bon motif que les unes paient les autres, et que lorsqu'un pays ne peut payer en marchandises, il paie en argent, en papier, en travail, etc.

Le cas du Royaume-Uni que nous allons examiner plus particulièrement expliquera notre pensée.

A côté des exportations de marchandises, il y a des exportations cachées : ce sont toutes des exportations d'argent, que les statistiques ne peuvent renseigner. Remarquons, pour éviter toute équivoque, que nous ne parlons pas des exportations ou importations d'or et d'argent sous forme de billon renseignées par les statistiques, mais d'exportations invisibles.

La première de ces exportations invisibles provient des transports maritimes.

En effet, dans les statistiques du commerce extérieur, à l'importation une marchandise est déclarée pour ce qu'elle vaut au moment de partir de son pays d'origine (exportation) plus les frais de transport.

Il se fait donc que l'ensemble de tous les pays du monde importe plus qu'il n'exporte : la plus-value acquise en cours de route est la part des transporteurs.

Cette différence, pour les cinquante pays principaux, s'élève en 1907, d'après le *Stat. Jahrbuch*, p. 56, à 6 354 000 000 Marks, et d'après un autre auteur, à 5 617 740 000 Marks. En prenant la moyenne et transformant en francs, nous arrivons à 7,5 milliards de francs.

Admettons que, sur les frais de transport, le fret proprement dit représente 75 % et les assurances et frais divers 25 %. La part du Royaume-Uni, dans la marine marchande du monde, étant depuis plusieurs années environ 45 %, sa part des 7,5 milliards comme fret sera : $0,75 \times 0,45 \times 7,5 = 2,5$ milliards de frs. Toutefois l'entièreté de cette somme ne sert pas à

payer les importations anglaises : une partie importante n'entre jamais dans le pays.

Les recettes de la marine marchande se subdivisent en frais et en bénéfices : ceux-ci rentrent dans le pays. Quant aux frais ils se subdivisent : 1° en salaires, 2° charbon, 3° frais divers d'entrée et de sortie, 4° nourriture, 5° amortissement, entretien, réparation.

Voyons ce qui entre réellement dans le pays :

Salaire de 200 000 matelots anglais : 3 frs pendant 300 jours	200 000 000 fr.
Émoluments des officiers, capitaines, etc., de 20 000 navires	200 000 000 fr.
Nourriture (1,50 fr. par jour)	100 000 000 fr.
Charbon (25 000 000 tonnes à 20 fr.)	500 000 000 fr.
Bénéfices bruts (25 % du capital)	750 000 000 fr.
	1 750 000 000 fr.

Il faut ajouter à cette somme une part très importante des 25 % d'assurances et de frais divers, car, d'une part, l'assurance est beaucoup plus importante que les frais divers, et d'autre part, les Anglais sont pour ainsi dire les assureurs du monde entier. Pour ce qui regarde les frais d'entrées et de sorties, la part des ports du Royaume-Uni dans le mouvement d'entrée et de sortie du monde entier étant de 17 %, ce sera également dans cette proportion que le pays bénéficiera de ces frais.

De sorte que nous ne croyons pas exagéré de dire que des 25 % représentant les assurances et les frais d'entrée et de sortie, la part du Royaume-Uni est de 50 % : soit donc $7,5 \times 0,25 \times 0,50 = 937\,000\,000$. En ajoutant cette somme aux rentrées dues au fret, nous arrivons à environ 2 700 000 000 frs, de rentrées invisibles dues aux transports maritimes.

Feu Sir R. Giffen estimait qu'en 1898 les rentrées de ce chef étaient de 89 000 000 £. ce qui, eu égard au tonnage de 1907, deviendrait 120 000 000 £. ou 3 milliards de francs.

Il ne faut pas oublier toutefois qu'une partie des salaires des matelots est dépensée en achats à l'étranger (importation invisible), de même qu'une partie du charbon s'achète à l'étranger, tandis qu'une faible partie des réparations s'y effectue.

Ceci n'a d'ailleurs qu'une importance relative, notre but se bornant à donner une idée de l'importance considérable des rentrées invisibles d'argent dans le pays par le fait des transports maritimes.

La seconde source de revenus invisibles, servant à payer le surplus des importations, est constituée par les capitaux placés à l'étranger.

D'après le *Blue Book* cd. 1761 pour les années 1900-1910, la moyenne de ces revenus s'élevait à 78 000 000 £. ou environ deux milliards de francs.

Les statistiques de l'*Income tax* confirment ce chiffre. En effet, en 1907, les revenus d'emprunts étrangers s'élevaient à 68 400 000 £., répartis comme suit :

Emprunts Indiens	4 400 000 £
Chemins de fer Indiens . . .	4 500 000 »
Emprunts étrangers et coloniaux	23 500 000 »
Autres emprunts étrangers . .	16 000 000 »
Chemins de fer étrangers . . .	20 000 000 »
	68 400 000 »

Cette énumération ne tient pas compte des autres entreprises à l'étranger dont les Anglais détiennent les titres : il est très modéré de n'estimer leur revenu qu'à 10 000 000 £., ce qui nous ramène au chiffre du *Blue Book*.

La troisième source de revenus invisibles est impossible à évaluer, mais elle existe, et elle est certainement très importante. Un exemple fera mieux saisir sa nature : lorsque des minerais sont importés dans un pays, l'acheteur paie le prix plein au vendeur, mais

celui-ci doit abandonner une partie de ce prix à son représentant dans le port de débarquement, pour le pesage et l'échantillonnage de la marchandise, quelquefois — cela dépend de la charte partie — pour le déchargement, la mise en wagon ou en allège.

Or le prix plein figure comme valeur importée : en réalité, une certaine partie reste dans le pays, et sert à payer l'excès des importations.

Cet exemple, choisi entre mille, pourrait se répéter pour à peu près toutes les branches du commerce. Les sommes ainsi déduites des importations deviennent surtout considérables lorsqu'entre le vendeur et l'acheteur il y a un intermédiaire qui touche une commission parfois de part et d'autre.

Le nombre incalculable d'agents, commissionnaires, réceptionnaires, intermédiaires, courtiers, etc., qu'on rencontre dans tous les ports du Royaume-Uni, vivent de cette manière, et les sommes qu'ils prélèvent ainsi, non seulement sur l'acheteur, mais sur le vendeur, sont énormes.

Il va de soi qu'il est impossible d'évaluer, même approximativement, ce que l'ensemble de ces revenus représente, mais on se figure aisément que c'est très considérable.

On voit, par ce qui précède, que l'excès des importations sur les exportations est soldé par des rentrées invisibles d'argent.

Les éléments nous manquent pour examiner en détail la question pour l'Allemagne : il se pourrait ici qu'une partie de l'excès se solde par des fonds allemands placés à l'étranger. En effet, les trois sources de revenus invisibles existent également en Allemagne, mais chacune d'elles est inférieure de beaucoup à celles du Royaume-Uni : la marine marchande n'atteint que 25 % de l'anglaise, les capitaux placés à l'étranger sont beaucoup moindres (le Dr Koch, président du Reichs-

bank, les estimait à 13 000 000 000 Marks en 1893, une publication récente les porte à 16 000 000 000 Mks en 1906 : en les estimant à 20 milliards de Marks, et en prenant un intérêt moyen de 5 %, on arrive à un milliard de Marks de revenu) ; enfin le commerce est moindre, de même que le nombre de commerçants.

Toutefois, la différence à solder étant moindre, il se peut fort bien que ces revenus invisibles y suffisent largement.

L'examen du commerce international des deux pays considérés serait incomplet si nous n'ajoutions un mot concernant le système douanier et ses conséquences.

Le régime douanier anglais est fiscal et non protectionniste, c'est-à-dire qu'il frappe des articles fabriqués ou produits dans le pays. Le tableau ci-dessous prouve clairement cette assertion. L'origine des recettes douanières dans le Royaume-Uni, a été, en 1908, de

50 %	pour	le tabac
20 »	»	le thé
10 »	»	le sucre
10 »	»	les spiritueux
10 »	»	divers.

Ces droits d'entrée sont d'autant plus fiscaux que le tabac, le sucre, les spiritueux, la bière, la glucose et la saccharine, produits dans le pays, paient des droits d'accise ; il ne s'agit donc pas de protéger ces industries.

En Allemagne, les droits d'entrée sont fiscaux et surtout protectionnistes, autant en vue de protéger l'agriculture que l'industrie.

En 1908 les droits sur les produits manufacturés rapportaient environ 18 % des recettes douanières, les produits bruts 16 % et les produits alimentaires 66 %.

Il va de soi que les droits sur la première catégorie sont protectionnistes, ceux sur la seconde fiscaux, et ceux sur la troisième catégorie ou protectionnistes (blé), ou fiscaux (pétrole, café, thé, etc.).

On se tromperait beaucoup en croyant que le pays le plus protectionniste retire les plus grandes recettes de ses douanes : c'est le contraire qui est vrai.

Pendant la décade de 1900-1910 les douanes rapportèrent une moyenne annuelle de 30 000 000 £ au Royaume-Uni, contre 28 000 000 £ en Allemagne, et néanmoins, pendant cette même période, sur l'ensemble des importations, le dernier pays leva un impôt de 7,6 p. c., tandis que le premier se contentait de 5,3 p. c.

Remarquons à ce propos que, quoique le Royaume-Uni ne protège pas son industrie par des droits d'entrée, son commerce d'exportation industrielle n'en souffre aucunement, puisqu'il n'y a aucun pays au monde où les produits manufacturés occupent une place aussi importante dans les exportations, soit 79 p. c. contre 64 p. c. en Allemagne et 27 p. c. aux États-Unis.

Nous croyons d'ailleurs que, pour un pays aussi industrialisé que le Royaume-Uni, le libre échange des produits manufacturés a plusieurs effets des plus heureux. Le premier est incontestablement d'obliger l'industriel à perfectionner son outillage, et de l'empêcher par la concurrence de tomber dans la routine.

Un exemple frappant des heureux effets de la concurrence nous est donné dans l'industrie cotonnière : le prix moyen des importations de filés de coton a baissé, malgré l'augmentation du prix des matières premières.

En 1894, le prix de la livre de coton était 4,42 pence et celui du coton filé importé de 12,22 pence ; en 1907,

le premier chiffre était monté à 6,50 pence et le second tombé à 10,60 pence.

En d'autres termes, grâce à la perfection de l'outillage des filatures de coton, seuls les filés de qualité inférieure peuvent entrer dans le pays. Par contre la livre de coton exportée passe de 11,46 pence à 14,25 pence. Pour les tissus de laine le phénomène est le même.

Un autre résultat heureux du libre échange est qu'il empêche les fluctuations énormes de prix des produits industriels.

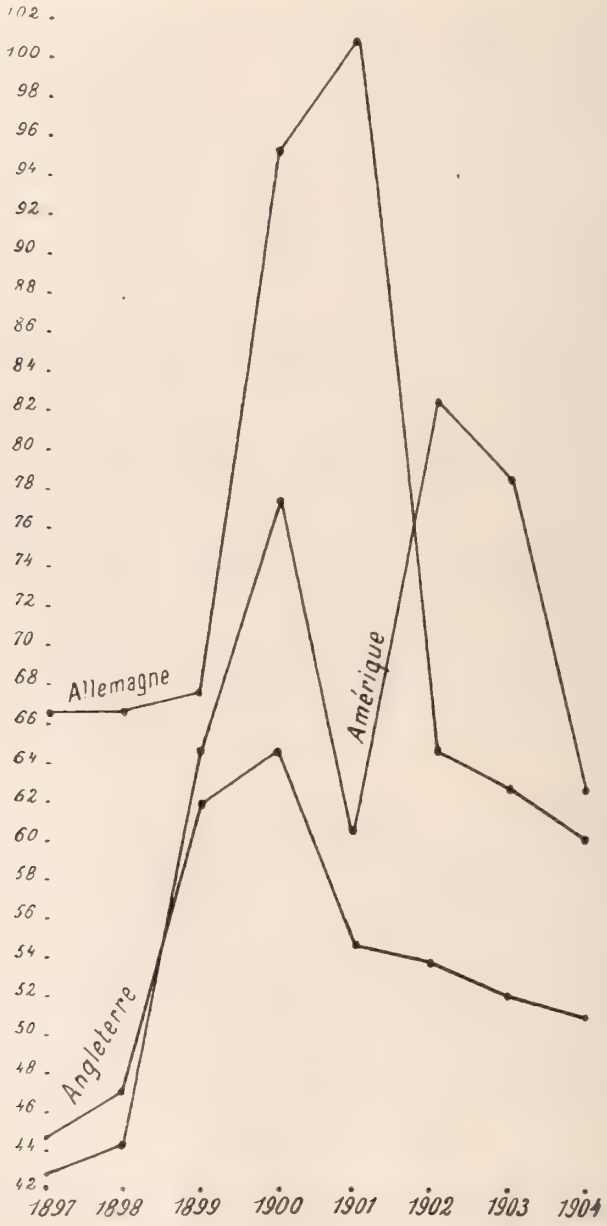
Le tableau de la page suivante reproduit graphiquement les variations simultanées du prix du fer de fonderie dans les trois principaux pays producteurs.

Ce graphique est composé sur les données de l'*Iron Trade of Great Britain*, de Stephen Jeans, p. 182.

Le motif des plus grandes variations dans les pays protectionnistes, comme l'Allemagne ou les États-Unis, est que, la concurrence étrangère n'y existant pas ou faiblement, le marché intérieur est à la merci des producteurs de tel ou tel produit ; il suffit qu'ils s'entendent.

Évidemment les producteurs gagnent beaucoup d'argent, mais au détriment de leur propre pays. Ainsi les fabricants de fer en Allemagne se subdivisent en fabricants de fonte, blooms, billettes etc. et en fabricants de produits finis qui achètent aux premiers leurs matières premières. Les fabricants de produits bruts, profitant des droits douaniers allemands, vendent très cher leurs produits à leurs compatriotes, et le surplus de leur production aux étrangers, notamment aux Anglais, à n'importe quel prix.

Un exemple, fourni par Jeans, montre jusqu'où ce système, nommé *dumping*, peut aller : les six derniers mois de 1902, le syndicat allemand des fils de fer


102
100
98
96
94
92
90
88
86
84
82
80
78
76
74
72
70
68
66
64
62
60
58
56
54
52
50
48
46
44
42
Allemagne
Amérique
Angleterre
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904

faisait payer la tonne à l'intérieur du pays 12 £ 10 et 7 £ à l'étranger.

Ces excès néfastes pour l'industrie sont rendus impossibles par le libre échange.

Le protectionnisme appliqué à l'agriculture produit le même effet de renchérissement des denrées : en 1908 les droits payés sur les blés s'élevaient en Allemagne à 25 % de leur valeur, soit 250 000 000 fr. C'est payer cher l'honneur ou l'avantage — s'il existe — de produire plus de blé que le Royaume-Uni.

Notre étude sur la situation économique du Royaume-Uni comparée à celle de l'Allemagne serait incomplète, si nous n'ajoutions quelques mots sur les colonies britanniques.

Celles-ci jouent en effet un rôle important dans la vie économique de la mère patrie, et un jour viendra sans doute, où la comparaison devra se faire entre l'Empire Allemand et l'Empire Britannique.

Au point de vue commercial, nous avons vu quelle part importante revenait à la mère patrie dans le commerce de ses colonies.

Les colonies, pays nouveaux où l'industrie doit encore se développer, sont excessivement protectionnistes. Toutes, elles accordent un tarif préférentiel aux articles de la mère patrie, et en échange elles sont assurées de trouver dans le Royaume-Uni un marché qui dans la mesure du possible se fournit exclusivement chez elles.

C'est ainsi que de plus en plus la mère patrie s'approvisionne de blé dans ses colonies : pendant les 20 dernières années leur part dans les importations de blé dans le Royaume-Uni a monté de 15 à 35 %. De même, la presque totalité des laines importées provient du Cap et de l'Australie qui sont favorisées ainsi au détriment de l'Argentine.

Le tableau suivant résume le commerce de l'Empire Britannique en 1910.

Importations	1 183 000 000 £
Exportations	1 078 000 000 »
Total	2 261 000 000 »

soit 56 525 000 000 fr.

Le commerce des colonies avec la mère patrie s'élevait la même année à

185 000 000 £	d'exportations du Royaume-Uni
202 000 000 »	d'importations dans le Royaume-Uni
T. 387 000 000 »	

soit 9 680 000 000 fr.

Évidemment il y a double emploi dans les importations et exportations des colonies et de la mère patrie ; toutefois, pour évaluer le commerce extérieur il ne faut pas les déduire, pour le bon motif que si l'univers ne formait qu'une vaste république, il n'y aurait nominalement plus de commerce extérieur, et néanmoins la suppression des frontières ne ferait qu'augmenter l'activité commerciale du globe. Ce n'est donc pas parce que la dissémination de l'Empire Britannique permet de se rendre compte d'une partie de son commerce intérieur — celui existant entre ses diverses unités — qu'il faut ne pas en tenir compte.

L'importance des colonies est surtout énorme comme réserve d'avenir : réserve de territoire, de population, de marché, etc.

Par son étendue et sa population, l'Empire Britannique dépasse tous les autres. Par sa diversité de climats, il possède toutes les matières premières et tous les produits végétaux ; il a des pays excessivement populeux (Inde), d'autres essentiellement agricoles

(Canada, Australie), d'autres principalement miniers (Transvaal) ; enfin la mère patrie est le pays industriel et commercial par excellence, qui met en œuvre les produits de ses colonies, absorbe les produits de leur agriculture, les fournit d'objets manufacturés, en même temps que ces mêmes colonies servent de débouché à l'esprit d'entreprise des jeunes Anglais, et empêchent la nation de s'endormir dans le bien-être et la routine.

C'est l'existence des colonies anglaises, croyons-nous, qui assurera au Royaume-Uni la suprématie définitive sur l'Allemagne.

Nous pouvons résumer la situation économique actuelle des deux pays de la façon suivante :

Le Royaume-Uni est plus riche et plus prospère que l'Allemagne, parce que son commerce et son industrie sont plus puissants et plus anciens, et parce que, si son agriculture est moindre que celle de sa rivale, elle n'est pas comme celle-ci une cause de malaise économique pour le pays.

Enfin, les Colonies Britanniques donnent droit à la mère patrie d'espérer que son avenir, au point de vue économique, sera digne du présent et du passé.

H. Mansion.

LA PERCEPTION DU MONDE EXTÉRIEUR

Il y a deux ans, je proposais ici même, au sujet de la connaissance sensible des qualités secondaires, une forme de réalisme mitigé à laquelle je donnais le nom d'*interprétationnisme immédiationniste* (1).

En bref, le système, qui ne différait pas notablement de celui qu'avait déjà soutenu le P. Gründer, tenait en ces trois propositions :

1° Les qualités secondes formelles sont des réalités subjectives, des phénomènes psychiques.

2° La connaissance *sensible* des objets extérieurs peut cependant être considérée comme immédiate, parce qu'elle n'a pas, à proprement parler, les qualités secondes formelles pour *objet*, mais bien les corps extérieurs avec leurs *propriétés* réelles.

3° La connaissance *intellectuelle* qui nous permet d'affirmer avec certitude l'existence du monde extérieur peut se passer de toute inférence ; elle est immédiate, intuitive.

Une étude plus approfondie de la question, occasionnée en partie par les objections que l'on a bien voulu me faire, m'a amené à critiquer mon premier travail. Je soumets aujourd'hui aux lecteurs de la Revue le résultat de cette revision. Je répondrai du même coup

(1) *La connaissance sensible des qualités secondaires*, Revue des Quest. scient., avril 1911.

à quelques-unes des difficultés principales auxquelles se heurte la théorie interprétationniste.

De divers côtés on a encore exprimé ou insinué la crainte que cette théorie ne mît en péril l'objectivité de toute certitude portant sur le monde réel. Je voudrais, une fois de plus, montrer que la critériologie est *forcée* bon gré mal gré de s'accommoder du fait, gênant peut-être mais certain, de la subjectivité des qualités secondes, et qu'il n'y a donc plus qu'à chercher un moyen de faire cadrer ce fait avec l'ensemble des autres vérités évidentes (1).

Ce moyen doit exister. Je ne me flatte pas de l'avoir trouvé de manière à supprimer toute difficulté. Bien loin de là ! J'avoue même volontiers n'être que médiocrement satisfait par toutes les théories épistémologiques, imaginées pour donner une justification rationnelle de l'ensemble de nos certitudes. Celle qui a mes préférences est fort éloignée de me sembler achevée.

Si j'entreprends de revenir sur ces questions si vivement débattues, ce n'est donc pas pour prolonger de stériles discussions, mais pour essayer de délimiter plus nettement les points controversés (2) et aussi pour

(1) Le R. P. Geny écrit qu'il admettra que les qualités formelles n'ont qu'une existence intentionnelle « quand on lui prouvera rigoureusement que ces formes a priori introduites dans la connaissance n'y vont pas logiquement tout envahir ». *Critique de la connaissance et Psychologie.* REVUE DE PHILOSOPHIE, juin 1912, p. 571.

Il me semble que l'exigence du distingué professeur est un peu excessive. Pour admettre un fait, il n'est pas requis d'avoir, au préalable, trouvé un moyen de le mettre en accord avec d'autres faits certains. Il suffit que ce fait soit prouvé directement. On est souvent obligé de se contenter d'un système simplement probable, quand il s'agit d'expliquer comment deux vérités apodictiquement démontrées, chacune de son côté, ne sont pas en contradiction.

(2) Je pourrais presque dire *le* point controversé. Car tout le sujet de la discussion peut se formuler ainsi brièvement : Les certitudes sur le monde réel sont-elles légitimement possibles, quand on admet que les couleurs formelles, par exemple, sont *identiquement* des sensations ? Toute la critique de la connaissance prend une allure différente suivant la réponse que l'on fait à cette question. Inutile d'insister sur les inconvénients graves d'une erreur à ce premier point de départ. On en a pleinement conscience de part et d'autre.

corriger ce qui, à la réflexion, m'a semblé inexact soit dans mon précédent travail, soit dans les observations de mes contradicteurs.

Reprenant les trois propositions que j'ai rappelées plus haut, voici comment je crois devoir les juger actuellement :

La première, concernant la subjectivité des qualités secondaires formelles, me paraît, je l'ai dit, absolument certaine. Il me semble que la psychophysiologie ne peut concéder *aucune* probabilité à la thèse adverse, qui place ces qualités en dehors de la faculté sensible connaissante et ne les considère pas comme des phénomènes psychiques, identiques à la connaissance que nous avons d'eux.

La seconde, relative au caractère d'immédiation de la connaissance *sensible*, me paraît défendable. Il s'agit simplement de s'entendre sur ce que l'on dénomme « objet » de connaissance.

La troisième, qui a trait à l'*immédiation* de la connaissance *intellectuelle* du monde extérieur, me paraît fausse et je l'abandonne pour soutenir, avec beaucoup de néo-scolastiques, notamment avec l'École de Louvain, qu'une inférence au moins virtuelle doit être placée à la base de toute certitude critique touchant l'existence du monde extérieur.

D'où deux parties dans le présent travail : Dans la première, j'expliquerai pourquoi je maintiens soit la subjectivité des qualités secondaires formelles, soit le caractère de connaissance immédiate dans la sensation externe. Dans la seconde, je proposerai les motifs qui me décident à adopter en critériologie l'illationisme.

PREMIÈRE PARTIE

SUBJECTIVITÉ DES QUALITÉS SECONDAIRES FORMELLES ET IMMÉDIATION DE LA CONNAISSANCE SENSIBLE

Parmi les qualités secondaires formelles, les couleurs sont celles dont il est le plus malaisé de faire admettre la subjectivité. Quelques perceptionnistes, d'ailleurs peu conséquents avec eux-mêmes, concèdent assez volontiers la subjectivité des saveurs, des odeurs, de la chaleur, du froid, à la rigueur même celle des sons, mais celle des couleurs, jamais !... Y a-t-il chose plus claire, ayant moins besoin de démonstration que leur existence indépendante du sujet !

Puisque l'interprétationnisme rencontre les plus fortes oppositions sur ce terrain, c'est celui sur lequel nous ferons porter la discussion, et je résumerai en une série de propositions groupées en syllogismes ce qui caractérise les principales opinions. Il sera ainsi plus aisé de voir ce qu'elles ont de commun et ce par quoi elles diffèrent.

Le raisonnement des perceptionnistes est celui-ci :

[1] Les couleurs formelles sont l'objet formel de la sensation visuelle ;

[2] L'objet formel de la sensation visuelle n'est pas constitué par des réalités d'ordre exclusivement psychique ;

[3] Les couleurs formelles ne sont pas des réalités d'ordre exclusivement psychique.

Les subjectivistes et semi-subjectivistes ont le même point de départ que les perceptionnistes, mais ils ont une autre manière de concevoir l'objet de la sensation visuelle. On pourrait présenter ainsi leur théorie :

[1] Les couleurs formelles sont l'objet formel de la sensation visuelle ;

[4] Les couleurs formelles sont des réalités d'ordre exclusivement psychique ;

[5] Des réalités d'ordre exclusivement psychique sont l'objet formel de la sensation visuelle.

Voici enfin comment nous formulerions la thèse interprétationniste :

[4] Les couleurs formelles sont des réalités d'ordre exclusivement psychique ;

[5] L'objet formel de la sensation visuelle n'est pas constitué par des réalités d'ordre exclusivement psychique ;

[6] Les couleurs formelles ne sont pas l'objet formel de la sensation visuelle.

Comme on le voit, ce dernier système emprunte une proposition au système perceptionniste, la mineure [2], et une autre proposition au système subjectiviste, la majeure [4]. De ces deux propositions prises comme prémisses se déduit logiquement une conclusion [6] qui est la contradictoire de la proposition [1] commune aux deux systèmes adverses.

Pour établir la vérité de la thèse interprétationniste, il faut donc prouver séparément les deux propositions [2] et [4].

Je vais rappeler les grandes lignes de cette double démonstration, en insistant sur les objections accumulées contre les arguments déjà proposés.

A) *Preuves établissant que les couleurs formelles sont des réalités d'ordre exclusivement psychique*

Le Dr Necchi écrivait, tout dernièrement : « Il suffit d'avoir mis les pieds une seule fois dans un laboratoire de psychologie expérimentale ou même simplement

d'avoir quelque connaissance de la physiologie des organes des sens, pour comprendre combien il est difficile, pour ne pas dire tout à fait vain, d'essayer de se soustraire à l'évidence en imposant une interprétation objectiviste à des expériences qui, d'une manière claire et précise, disent tout le contraire (1). »

Toutefois le Dr Necchi renonce à nier d'une façon absolue la possibilité, pour les philosophes partisans de l'objectivité des couleurs formelles, d'imaginer une interprétation de ces expériences favorable à leur théorie : « Ce serait, dit-il non sans malice, faire un tort trop grave à leur ingéniosité... »

J'avoue que je ne serais pas même aussi généreux que cet écrivain et qu'à mon sens, toutes les interprétations imaginables ne sont pas capables de faire dire à une expérience démonstrative le contraire de ce qu'elle dit.

Tel est aussi, je crois, l'avis de mon collègue et ami, le P. Boule, qui notait récemment que les controverses auxquelles la perception des qualités secondaires a donné lieu « n'ont pu s'introduire qu'à la faveur de malentendus qu'une connaissance plus précise des conditions psychobiologiques de notre activité psycho-sensorielle eût peut-être prévenus » (2).

Or, si partout, dans l'ordre d'idées qui nous occupe, il faut une initiation anatomo-physiologique suffisante, que l'on demanderait en vain à de simples lectures, nulle part ce n'est plus nécessaire, semble-t-il, que lorsqu'il s'agit, je ne dis pas d'admettre, mais simplement de comprendre qu'il n'y a aucune raison de concevoir la sensation visuelle d'une autre manière que la sensation tactile, auditive, olfactive et gustative.

(1) *I limiti dell' oggettività dei sensi esterni.* RIVISTA DI FILOSOFIA NEO-SCOLASTICA, février 1913.

(2) *Les localisations cérébrales*, REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1913, p. 227.

Fondamentalement, tous les processus, soit d'excitation et de transmission physiologiques, soit de réaction psycho-sensorielle, sont réductibles à un même type général, et une sensation de couleur est, au point de vue de sa détermination organo-psychique, tout à fait comparable à une sensation de piqûre ou d'odeur.

Je me pique avec une épingle la pulpe de l'index. Des terminaisons sensorielles sont physiologiquement excitées : l'excitation est transmise, toujours d'une manière exclusivement physiologique, par les prolongements des cellules ganglionnaires, jusqu'à la moelle et de là au cerveau. Alors seulement a lieu la réaction psycho-sensorielle qui *constitue* la sensation de piqûre. Il ne faudrait pas s'imaginer que cette sensation a eu lieu au bout de mon doigt, puisqu'elle a voyagé par les voies nerveuses et que j'en ai ensuite pris une conscience réflexe dans le cerveau. Cette conception inexacte ne résiste pas à l'analyse (1). Avoir une sensation de piqûre et avoir la conscience directe de cette sensation, c'est tout à fait la même chose. Il n'y a là aucune dualité réelle, mais ce sont deux expressions qui ne désignent qu'une seule et même réalité. Or, avant la réaction cérébrale, il est bien établi qu'il n'y a aucune réaction psychique, donc aucun phénomène de conscience, ni directe, ni réflexe. Une sensation visuelle donnerait lieu aux mêmes observations.

(1) Le R. P. de la Vaissière ne semble pas s'être dégagé d'une façon suffisante de cette conception dans plusieurs passages de ses *Éléments de psychologie expérimentale*. Ainsi, après avoir formulé ce qu'il appelle la loi de motricité spécifique : « Chaque connaissance sensible a un effet moteur spécifique » (p. 185), il ajoute : « Beaucoup d'expériences obvies indiquent la motricité spécifique : la lumière fait contracter l'iris... » Cet exemple est malheureux, car il est révélateur d'une confusion grave. Tout physiologiste sait que la contraction de l'iris déterminée par l'action de la lumière sur la rétine est un phénomène purement réflexe, qui ne suppose à aucun degré la conscience ni la subconscience, ni par conséquent la connaissance. De tels réflexes sont des phénomènes purement physiologiques, dans lesquels seule l'irritabilité nerveuse entre en jeu et qui ne diffèrent pas essentiellement des réactions motrices constatées chez les végétaux.

Je suppose qu'une radiation lumineuse provenant d'une flamme sodique excite les terminaisons sensorielles de ma rétine. Une modification physiologique est produite dans cet organe et une excitation de nature inconnue, mais exclusivement physiologique elle aussi, est transmise, par les voies optiques, jusqu'aux centres visuels cérébraux. Alors seulement, se produit la réaction psycho-sensorielle, la vision de couleur jaune. La conscience directe que j'ai de cette sensation n'est nullement distincte de cette sensation.

On aurait pu tout à l'heure distinguer deux sens dans le mot piqûre. Le premier désignerait l'acte de traverser quelque chose avec une pointe. On peut dire dans ce sens que l'on fait une piqûre à la peau ou à une étoffe.

Le second désignerait la réaction psychique spéciale déterminée dans un être doué de sensibilité par cette opération exécutée sur sa peau. Dans ce second sens, le mot piqûre est synonyme de sensation de piqûre.

On peut et on doit de même distinguer deux sens correspondants du mot couleur.

Le premier désigne une propriété physique des objets extérieurs susceptible d'agir sur la rétine. On dit dans ce sens que la flamme sodique a une couleur différente de la flamme lithique ; l'une est jaune, l'autre est rouge.

Le second désigne la sensation visuelle spéciale déterminée par ce genre de propriétés quand elles agissent sur la rétine.

Or — et c'est ici que la difficulté commence — quand le vulgaire parle des couleurs, il confond ces deux sens, et il attribue spontanément aux objets extérieurs ce qui n'appartient qu'à la sensation visuelle.

Le jaune formel, par exemple, qui est analogue à la sensation de piqûre, est attribué à la flamme, qui ne possède rien de semblable.

Mais enfin pourquoi, demandera l'objectant, attribue-t-on la *couleur-sensation* à l'objet qui ne possède que la *couleur-propriété*, et cela d'une manière toute spontanée, tandis que l'on n'a aucune envie d'attribuer la *piqûre-sensation* à la pointe piquante ?

La vision s'accompagne nécessairement de cette « objectivation » d'un phénomène subjectif. Il n'y a peut-être pas plus à chercher pourquoi il en est ainsi, que l'on ne cherche pourquoi, dans un autre ordre d'idées, les corps qui ont en chimie la fonction acide, nous donnent la sensation caractéristique de saveur acide. Ce sont là des faits simplement. La théorie de la connaissance doit compter avec eux, mais elle se pose peut-être des questions essentiellement insolubles en voulant en trouver l'explication.

Mais la subjectivité des couleurs formelles est-elle réellement un fait ? N'est-elle pas une hypothèse plus ou moins arbitraire ?

J'ai déjà dit que le sentiment de tous les physiologistes et psycho-physiologistes est bien qu'il s'agit là d'un fait et non pas d'une théorie controversable.

Dans mon précédent article, j'ai indiqué quelques preuves qui me semblent, dans leur ensemble, parfaitement démonstratives. Je m'abstiendrai de les reprendre ici en détail et je me contenterai d'examiner la valeur des critiques qui ont été proposées en vue d'énerver leur force probante.

Parmi les faits plus facilement intelligibles, même pour des personnes peu familiarisées avec la psycho-physiologie de la vision, j'avais cité comme démontrant bien la subjectivité des couleurs la fusion centrale des couleurs complémentaires dans la vision binoculaire.

Lorsque des radiations de teinte complémentaire impressionnent des points correspondants de la rétine,

le sujet éprouve ordinairement une sensation visuelle de couleur blanche (1).

Cette expérience, écrit d'une manière un peu laconique le P. de la Vaissière (2), « est susceptible de nombreuses explications (action d'une rétine sur l'autre, achromatopsie momentanée par suite d'un déficit d'énergie nerveuse dû à un exercice anormal de la vision, etc.) ».

J'avoue que cette abondance d'explications m'inquiète. Une seule sérieusement probable et qui serait différente de celles qui admettent la subjectivité de la couleur formelle blanche, me suffirait. Mais cette interprétation n'existe pas et celles que propose le distingué professeur de Jersey supposent, je le crains, une trop grande confiance dans une théorie émise en 1895 par M. l'abbé Duboscq sur la vision des couleurs, théorie que le P. de la Vaissière considère comme « en parfaite harmonie avec les faits physiologiques et psychologiques » et qui est, en réalité, fondée sur une méssintelligence complète des données de l'expérience (2).

J'insisterai sur la réfutation de cette théorie pour deux motifs : d'abord parce que je l'ai entendu souvent opposer aux démonstrations de l'interprétationnisme, puis parce qu'elle nous fournira un exemple topique du danger que l'on court, lorsque sans être physiologiste soi-même, on veut « utiliser » en faveur d'une thèse philosophique les résultats des expériences physiologiques.

Voici d'abord les faits qui ont fourni à M. l'abbé Duboscq les éléments de son hypothèse.

J'en emprunte l'exposé à l'ouvrage déjà ancien du

(1) Dans l'article auquel je renvoie le lecteur, j'ai indiqué le *bleu* comme complémentaire du *jaune*. Il aurait fallu dire *bleu indigo*.

(2) *Contribution à l'étude de l'objectivité formelle des couleurs*. ANNALES DE PHILOSOPHIE CHRÉTIENNE, t. 32, p. 449 et 592.

Dr Charpentier, auquel M. Duboscq se réfère principalement (1).

« Lorsqu'on présente à l'œil dans une partie quelconque du champ visuel un papier coloré dont on augmente progressivement la surface, la première impression que fait cet objet n'est pas celle d'une couleur, mais celle d'une surface blanche ou grise plus ou moins intense. Ce n'est que pour une étendue plus grande (ou ce qui revient au même pour une intensité plus considérable) que la couleur est perçue...

» Toutes les couleurs pigmentaires sont reconnues comme objets lumineux incolores, dans le champ visuel, aux mêmes limites que des objets gris de même étendue. Comme les couleurs en question sont plus ou moins blanchâtres, on ne peut tirer de ces expériences d'autre conclusion que celle-ci : le blanc est perçu plus facilement que la couleur et au centre et dans les parties excentriques du champ visuel.

» Mais présentons maintenant à l'œil des couleurs pures. Faisons tomber par exemple sur la partie postérieure du photoptomètre des rayons empruntés à une zone étroite d'un spectre réel, et observons l'image antérieure limitée à une petite surface de 1 à 2 centimètres de largeur. Quelle que soit la partie de la rétine soumise à cette exploration, et quelle que soit la couleur employée, voici ce qui se passe : si on ouvre lentement le diaphragme de l'appareil, c'est-à-dire si on augmente à partir de zéro l'intensité de la couleur, on a tout d'abord une impression lumineuse simple, incolore, la même pour tous les rayons du spectre. Ce n'est que pour une augmentation plus ou moins grande de l'excitation que le sujet, après s'être efforcé vainement de deviner la nature de la couleur qu'on lui a présen-

(1) *La lumière et les couleurs au point de vue physiologique*. 1888. Paris, Baillière.

tée, la reconnaît nettement, d'abord blanchâtre, puis de plus en plus saturée.

» Ainsi donc chaque radiation du spectre agit sur l'œil à un double titre, et comme lumière, et comme couleur. Ce qu'on appelle couleur d'une radiation quelconque est le mélange de ces deux impressions...

» La sensation de lumière simple exige partout, sauf au centre, le même minimum d'intensité lumineuse pour se produire,... la sensation de couleur, au contraire, exige d'abord une plus forte intensité lumineuse et, en outre, plus on avance vers la périphérie de la rétine, plus l'intensité nécessaire doit être considérable.

» On peut donc considérer deux modes de sensibilité dans l'appareil rétinien : nous appellerons le premier la sensibilité lumineuse brute, ou sensibilité lumineuse proprement dite, le second la sensibilité chromatique. Ces dénominations n'impliquent aucune idée théorique; *elles servent simplement à désigner deux manières distinctes suivant lesquelles le nerf optique réagit sous l'influence d'excitations lumineuses simples ou composées ; les lumières simples ou monochromatiques produisent tout comme les autres ces deux réactions* (1) (p. 209). »

Et ailleurs : « Toute lumière colorée, simple ou composée, provoque dans l'appareil rétinien deux processus différents, se traduisant l'un par une sensation lumineuse blanche ou plutôt incolore, la même pour toutes les espèces de lumière, l'autre par une sensation de couleur spéciale pour chaque espèce de lumière. Nous ne percevons que la somme ou le mélange de ces deux sensations, qui ne peuvent être dissociées que par un artifice expérimental.

» La sensation chromatique présente ceci de particulier, c'est qu'elle peut être neutralisée dans certains

(1) C'est moi qui souligne.

cas et ne laisser subsister que la sensation lumineuse proprement dite ; c'est ce que nous appelons la lumière blanche.

» Ces deux processus *physiologiques* produits par la lumière sont jusqu'à un certain point indépendants l'un de l'autre. Ainsi on peut mélanger avec une lumière monochromatique une proportion considérable de lumière blanche sans modifier la sensibilité de l'œil pour la couleur présentée (p. 216). »

Les recherches qui ont suivi celles du Dr Charpentier n'ont pas confirmé sur tous les points ses conclusions. Elles ont servi notamment à faire distinguer de la sensation de luminosité incolore que déterminent les radiations de faible intensité, la sensation visuelle de couleur blanche que déterminent des radiations intenses. La première, servant à la vision crépusculaire, serait due à l'excitation des bâtonnets, la seconde, servant à la vision diurne, correspondrait à l'excitation des cônes.

Mais la distinction entre la sensibilité photesthésique et la sensibilité chromesthésique de la rétine est admise par tous les physiologistes et c'est elle qui nous intéresse actuellement.

De la comparaison des textes que je viens de citer, il ressort nettement qu'il n'est nullement question, pour le Dr Charpentier, d'une dissociation de l'excitant lumineux en deux réalités distinctes, la lumière blanche et la couleur, mais bien uniquement d'une dualité de réactions physiologiques, et corrélativement d'une dualité de réactions psycho-sensorielles.

Voici ce que deviennent ces faits entre les mains de M. l'abbé Duboscq. Je cite ses propres expressions :

« La distinction entre la lumière blanche homogène et les diverses couleurs du spectre, sa présence en proportion variée dans chacune de ces couleurs, les lois d'après lesquelles on peut la rendre visible ont été

définitivement établies, au moins dans leurs parties essentielles, par le Dr Charpentier de la Faculté de Nancy.

» 1° La quantité d'énergie lumineuse qui entre dans la constitution d'un rayon coloré se répartit en deux fonctions : l'une photesthésique ou productrice de lumière blanche, l'autre chromatique ou productrice de couleur. L'énergie photesthésique détermine l'éclat du rayon coloré, la proportion d'énergie chromatique en mesure la saturation. Les deux fonctions sont antagonistes l'une de l'autre.

» 2° La rétine est plus sensible à l'action photesthésique qu'à l'action chromatique. Si on donne à un rayon coloré le minimum d'éclairage perceptible, il est saisi seulement dans son élément photesthésique, c'est-à-dire que l'œil n'y perçoit que le blanc, tous les rayons du spectre vus dans ces conditions paraissent homogènes. Voilà donc le vrai moyen d'obtenir le blanc sans mélange de couleurs complémentaires.

» 3° La proportion d'énergie lumineuse qui se traduit en lumière blanche, comparée à la quantité absorbée pour l'effet chromatique, varie suivant la couleur, etc., etc... »

Ces extraits suffiront, je pense, pour édifier le lecteur sur le travestissement notable qu'ont subi les idées du Dr Charpentier par le seul fait d'avoir été trop superficiellement pénétrées. Loin de moi, en effet, la pensée d'accuser M. l'abbé Duboscq d'une falsification consciente. Mais il est absolument impossible de reconnaître, dans l'exposé qu'il en fait, les résultats des expériences du Professeur de Nancy. Il suffit d'ailleurs de faire attention aux impropriétés de termes dont fourmille le texte de M. l'abbé Duboscq, pour ne pas être trop surpris de constater que la pensée du Dr Charpentier n'a pas été bien comprise. Comment s'y prendrait-on « pour donner à un rayon coloré le minimum

d'éclairage possible » ? L'auteur veut sans doute parler d'un rayon coloré ayant le minimum d'intensité requis pour être perceptible. Qu'est-ce donc que « cette énergie lumineuse qui se répartit en deux fonctions » ?... etc., etc.

Bref, M. Charpentier parlait d'une dualité de fonctions rétiniennes même pour un excitant unique, M. l'abbé Duboscq introduit une dualité dans l'excitant, et c'est cette dualité qu'il présente comme *démontrée* par les expériences rapportées plus haut.

Ai-je besoin de dire qu'aucun physicien, ni aucun physiologiste n'a, que je sache, admis qu'il y ait physiquement dans une radiation monochromatique un élément photesthésique « formellement blanc » ?

Mais la théorie de M. l'abbé Duboscq avait pour lui un grand avantage. Elle lui permettait d'éluder un certain nombre des arguments classiques en faveur de la subjectivité des couleurs.

Voici comment on « explique » d'une manière très simple, par exemple, la fusion binoculaire des couleurs.

Les sensations produites par les couleurs complémentaires se neutralisent. Reste la sensation produite par l'élément photesthésique qui accompagne toute radiation monochromatique.

C'est évidemment très ingénieux ! Il est dommage que les expériences non seulement ne favorisent pas cette hypothèse, mais qu'elles disent tout le contraire (1).

(1) Parlant de la théorie de M. l'abbé Duboscq, qu'il admet comme probable, le R. P. de la Vaissière distingue lui aussi deux processus : « Le processus photesthésique et le processus chromatique, la rétine étant beaucoup plus sensible à l'élément photesthésique ». — Cette confusion entre une dualité subjective et une dualité dans l'excitant apparaît nettement dans les passages suivants : « L'achromatopsie s'explique par une connaissance du seul processus photesthésique,... la connaissance de l'élément photesthésique demandant une énergie moindre que celle de l'élément chromatique, dans plusieurs cas où l'énergie mise en activité sera plus faible, l'élément coloré pourra ne pas être perçu (ainsi, selon plusieurs auteurs, la connaissance visuelle de l'enfant n'atteindrait au début que le processus photesthésique), etc. ».

C'est une confusion d'un autre genre, mais non moins manifeste, qui permet aux adversaires de la subjectivité des qualités formelles de rejeter l'argument tiré des sensations produites par des excitants inadéquats. On connaît les expériences fondamentales sur lesquelles repose le principe des énergies spécifiques.

Une légère pression exercée sur la peau avec une pointe fine en un *point de chaud* détermine une sensation de chaleur (même si la pointe est à la température du corps) et une sensation de froid si elle porte sur un *point de froid* ; en un *point de pression* elle détermine la sensation caractéristique de pression. Sur les terminaisons du nerf optique, elle cause une sensation visuelle de luminosité vague, etc.

Il semble que, dans ces cas, la subjectivité des qualités formelles de chaleur, de froid, de pression, de luminosité est assez manifeste ! Comment esquiver cette conclusion ?

On admettra que, dans le cas d'excitation inadéquate, le sujet n'éprouve pas une sensation, mais que son imagination lui présente une image très vive : « chez l'adulte, écrit le P. de la Vaissière, il peut s'être formé un centre de vision, d'audition, donnant une connaissance quand il est en excitation, mais cette connaissance a dû primitivement être puisée par l'organe », et plus loin : « La connaissance ainsi produite (lorsqu'il y a excitation inadéquate) a probablement été puisée dans la connaissance obtenue par l'organe sensoriel » (1).

Si je comprends bien ces expressions un peu obscures, elles veulent dire que, lorsque les centres cérébraux entrent en activité, sous l'action des excitants inadéquats, la réaction psychique correspondant à cet état d'activité, n'est pas une sensation, mais une image. La théorie qu'adopte le P. de la Vaissière pour le siège

(1) *Éléments de Psych. exp.*, pp. 82, 83.

de la sensation ne permet pas d'autre interprétation, me semble-t-il (1). Or, il est tout à fait inexact qu'un phosphène, par exemple, soit une image visuelle. Entre l'image visuelle, quelque vive et précise qu'on la suppose, et le phosphène, il y a une différence complète. Ce sont deux phénomènes psychologiques irréductibles l'un à l'autre. La représentation auditive d'un son par l'imagination et l'audition actuelle d'un son diffèrent profondément. Une image très vive peut amener une hallucination, mais, au moment où il y a hallucination il n'y a plus uniquement une image vive, il y a une sensation, d'origine exclusivement centrale, ce qui est bien différent.

Après ce que je viens de dire, le lecteur ne sera pas surpris que je ne m'attarde pas à discuter l'opinion du R. P. Marxuach, qui met ses contradicteurs au défi de lui prouver par la physique que les couleurs ne sont pas normalement dans les objets extérieurs, comme le vulgaire le croit ; le vert, formel par exemple, sur les feuilles des arbres (2). Puisque les arguments tirés de la physique n'entraînent pas la conviction du distingué professeur de Tortosa, je ne voudrais pas commettre l'imprudence d'insister.

Mais là où je suis pleinement d'accord avec le R. P. Marxuach, c'est lorsqu'il dit qu'à choisir entre l'opinion qui place l'objet de la vision au fond de l'œil et la

(1) *Philosophia naturalis*, t. I, p. 195. *Thesis 29.* 1° Sedes sensationis est probabilius ipsum nervum *(sic)* sensitivum physiologice modificatum ex organo usque ad cerebrum ; 2° In omni ente sentiente, conjunctio cum cerebro requiritur ut sensatio percipiatur sive materialiter, sive formaliter, ut actus compositi, probabilius autem ea conjunctio non requiritur vi sensationis praecisive spectatae.

Le cerveau ne serait nécessaire que pour permettre l'*association* qui constitue la conscience réflexe.

(2) Yo creo... que si desafio a cualquier fisico à probar que mi posicion es insostenible, el fisico, si es prudente, renunciara à intentarlo. *Estan los colores donde los vemos ?* Razon y Fé, 1911, t. XXXI, p. 183.

théorie des psychophysiologistes qui admettent la subjectivité des couleurs formelles, il préférerait la seconde. A son avis, la première détruit la véracité de la vision normale.

S'il fallait donner de nouvelles preuves de la subjectivité des couleurs formelles, il suffirait de choisir parmi celles que l'on trouve exposées dans tous les bons traités de psychophysiologie. Le Dr Necchi, dans l'article que j'ai déjà cité, en développe deux qui sont fondées sur les phénomènes de contraste. Ces phénomènes sont très intéressants et démonstratifs pour quiconque est préparé à les bien comprendre. Mais que faire devant un contradicteur qui avoue, ou laisse voir qu'il ne connaît à peu près rien à la psychophysiologie, et qui répète obstinément que ces exemples ne prouvent rien ?... Lui laisser sa conviction est encore le meilleur parti à prendre. Mais s'il maintient alors que la thèse de la subjectivité des couleurs formelles, admise par tous les physiologistes et psychophysiologistes comme évidente, mène logiquement à l'idéalisme ou au scepticisme, il est regrettable qu'il ne redoute pas davantage pour lui-même l'imprudence qu'il y a à inféoder des doctrines sûres à des interprétations aussi discutables que le perceptionnisme.

B. *L'objet formel de la sensation visuelle*

Si les couleurs formelles sont des phénomènes subjectifs, doit-on les considérer comme l'objet formel de la vision ?

Oui, en toute hypothèse, répondent les perceptionnistes et les subjectivistes : Voir, c'est voir de la couleur formelle.

« Pour nous, écrit le P. Geny, la couleur formelle c'est, *par définition même*, ce que nous voyons, l'objet immédiat de la vision ; comme l'être et le connaître

sont deux notions irréductibles qui se définissent ou plutôt se caractérisent l'une par l'autre (l'être, c'est ce que nous connaissons, connaître, c'est connaître de l'être), ainsi couleur et vision sont deux notions qui se répondent : la couleur, c'est ce qu'on voit ; voir, c'est voir de la couleur : et ces deux notions, prises formellement, sont aussi peu susceptibles l'une que l'autre d'une explication ultérieure, dont elles n'ont au reste nul besoin (1). »

Le P. Jeannière oppose lui aussi, bien qu'il préfère le conceptionnisme au perceptionnisme, vision et couleur formelle de telle sorte que la vision soit la connaissance et la couleur formelle l'objet de cette connaissance (2).

De même les auteurs franchement subjectivistes reconnaissent que les couleurs sont des phénomènes psychiques et que ces phénomènes sont l'objet de la vision. Ils préfèrent cependant, en général, au mot d'objet ceux de « contenu objectif de la vision » *(Inhalt*, pour les auteurs allemands).

Cette dernière manière de parler s'approche beaucoup de celle qui me semble la moins sujette à critiques.

Si l'on a soin d'ajouter que ce « contenu objectif de la vision » ne se distingue pas *réellement* de la vision, qu'il n'est donc pas vu *(car on ne voit pas la vision, on l'éprouve)*, on aura, à mon avis, parlé d'une manière tout à fait correcte et parfaitement intelligible.

(1) *Critique de la connaissance et Psychologie*, p. 570.

(2) *Criteriologia*, 1912, p. 386. « Analysi conscientiae facta, constat repraesentationes quasdam in nobis oriri, sc. facta psychologica, quae ab aliis factis ordinis psychologici in eo differunt quod iis aliquid nobis praesens sistitur (objectum), sese exhibens tanquam distinctum a proprio Ego. Eadem facta analysi, constat eas repraesentationes simul oriri cum operationibus sensuum externorum, ita scilicet ut cessante operatione cesset repraesentatio, vg. visione cessante, sc. clausis oculis, evanescit color, etc. Hujusmodi repraesentationes, teste conscientia, in quinque categorias mutuo irreductibiles dividi constat (sc. visuales, auditivas, olfactivas, gustativas, tactiles) quibus respective respondent quinque genera sensationum externarum.

On pourrait dire encore que la couleur formelle est le *terme intérieur de la vision, indistinct réellement de l'acte de connaissance*, se manifestant par lui-même au sujet. Cette manière de parler rappellerait la façon dont certains scolastiques concevaient le verbe mental ou l'espèce expresse.

Dans son bel ouvrage sur la Trinité, le P. de Régnon analyse ainsi le phénomène de la vision : « Par les brouillards du matin je vois se lever un soleil rouge. Dans cet acte de vision, je distingue quatre choses : le sujet voyant, l'opération de la vision, le terme de la vision, l'objet de la vision. Le sujet voyant est un homme existant, l'opération est une sensation existante, l'objet de la vision est le soleil existant. Quant au soleil rouge, qu'est-ce bien puisque le soleil existant est jaune ? J'appelle ce soleil rouge le « terme de la vision », c'est-à-dire le terme d'une sensation existante (1). »

(1) Le P. de Régnon ajoute avec raison : « Le problème de la connaissance visuelle est le suivant : Quelle relation y a-t-il entre le terme de ma sensation et l'objet que je prétends atteindre par la vision ? » — Quelques lignes plus loin, le même auteur, prenant un autre exemple, fait bien comprendre ce que veulent dire les physiciens quand ils parlent de la subjectivité de la couleur formelle : « Votre regard se repose sur le tapis vert d'une prairie... Un formaliste dirait, conformément à l'ancienne physique, que le vert est un accident, soutenu il est vrai par la substance de l'herbe, mais existant réellement *a parte rei*, sous la formalité de vert. Il ajouterait que votre organe, mis en relation avec la qualité de vert, par le moyen d' « espèces sensibles », autres entités réelles, reçoit passivement l'impression du vert. Et c'est ainsi que vous voyez vert, parce que le vert existe tout formé dans l'herbe. — Un nominaliste dirait que votre organe produit le vert de toutes pièces par une activité interne qui tire tout d'elle-même, comme on le constate dans les hallucinations. — Un physicien moderne dira que la feuille d'herbe modifie le groupement primitif des ondulations lumineuses et ne renvoie à l'œil que celles dont la vitesse vibratoire peut déterminer la sensation du vert. Le vert est donc formellement le « terme sensitif » d'une opération organique ; car sans œil qui voit, il n'y a nulle part une qualité verte. Mais c'est réellement le pré que je vois sous la couleur verte, parce que dans cet objet réside la cause déterminante et objective de la sensation du vert. En un mot, la sensation du vert répond à une réalité objective, mais sa formalité est subjective. Telle est l'explication de la science moderne. » (*Études sur la Sainte Trinité*, t. I, p. 9).

C'est cette explication même que j'ai essayé d'appuyer par quelques preuves tirées de la psycho-physiologie.

Je ferais très volontiers mienne cette terminologie, pourvu toujours que l'on remarque bien que le terme de la vision n'est pas, à proprement parler, une réalité distincte réellement de l'acte de vision, mais un aspect sous lequel on peut envisager l'acte de vision, une formalité de la vision, pour parler dans le langage de l'Ecole.

Voir, ce n'est pas contempler le résultat d'une réaction subjective ; c'est bien plutôt réagir psychiquement à une excitation et être psychiquement modifié par sa réaction visuelle, sans qu'il y ait dualité réelle entre la réaction et la modification résultant de la réaction (1).

Certains auteurs adoptent un autre langage et disent que les couleurs formelles sont des réalités subjectives qui n'ont qu'une réalité *intentionnelle* constituant l'objet de la vision. Comme on l'a fait justement observer, ces *réalités purement intentionnelles* qui ne seraient ni des réalités physiquement existantes, ni des connaissances, ne seraient absolument rien du tout. L'*esse objectivum*, constituant un troisième monde entre le réel existant et la connaissance, est un mythe (2).

Dire que les couleurs formelles ont une réalité purement intentionnelle et dire qu'elles sont identiquement des connaissances, c'est donc répéter exactement, en

(1) En d'autres termes, la sensation visuelle n'est pas une action *productrice de quelque chose* ; elle n'est pas une action prédicamentale, elle est une action formelle, une *opération* immanente. Le sujet voit *en* réagissant visuellement, le mot propre serait « en vivant sa vision ».

(2) J'applique aussi bien à la connaissance intellectuelle qu'à la connaissance sensible ce principe général. Quand je pense $\sqrt{3}$, je fais une opération mentale différente de celle que je réalise quand je pense $\sqrt{5}$: mais $\sqrt{3}$ est identiquement ma pensée se présentant elle-même à mon intelligence. En pensant $\sqrt{3}$, je ne contemple pas un *objet* qui serait distinct de ma pensée. La théorie de l'*esse objectivum mere intentionale* conduit tout droit à l'ontologisme. Ces idées que l'on contemplerait et qui ne seraient ni les choses existantes, ni nos idées ne pouvaient être que les idées d'une autre intelligence. La vérité est que nos idées ont une *valeur objective* quand elles sont *fondées* sur la réalité. Le réel existant prime de toute manière l'ordre idéal.

d'autres termes, la même chose (1) ; mais la première manière de parler a l'inconvénient d'insinuer une distinction inexistante entre les couleurs formelles et la sensation visuelle et c'est uniquement pour ce motif que je crois préférable de ne pas l'employer.

On aurait donc tort d'affirmer que *par définition* la couleur formelle est l'objet formel de la vision, lorsque l'on admet par ailleurs que l'objet formel d'une connaissance humaine est toujours réellement distinct de cette connaissance (2). Ce serait trancher par une définition *a priori* ce qui est précisément en question ; on

(1) Le P. Geny répète, dans son article *Critique de la connaissance et Psychologie*, qu'il ne peut pas comprendre ce que je veux dire quand je prétends que la couleur formelle n'est pas vue, mais qu'elle est éprouvée, parce qu'elle est la vision même (p. 570). D'autre part il déclare comprendre ce que l'on voudrait dire si l'on attribuait aux couleurs formelles une existence *purement intentionnelle*. Il me semble qu'il n'y a, après les explications données, entre ces deux choses, qu'une différence verbale. Si la couleur formelle n'a qu'une existence purement intentionnelle, elle est la vision, elle n'est donc pas l'objet de la vision, si on entend par objet quelque chose qui s'oppose réellement à la vision.

(2) Le P. Geny a fréquemment insisté sur ce principe qui est à son avis le fondement solide de toute la critériologie : « Connaître est un terme relatif ; celui qui connaît, connaît quelque chose, la parole est d'Aristote et, sous l'apparence d'un truisme, elle cache une vérité profonde. Le fait de la connaissance n'a d'abord de sens pour nous que dans l'hypothèse d'une dualité radicale, celle du sujet qui regarde et de l'objet qu'il regarde. Cette dualité est une donnée de conscience et, du moins pour la conscience réflexe, une donnée immédiate... Je vois du rouge : peu importe pour l'instant d'où vient ce rouge, qu'il soit ou non produit par moi, qu'il soit ou non en moi, je le vois et c'est dans cette vision supposant deux termes, que consiste strictement la connaissance » (Revue de Philosophie, 1908, II, p. 453).

Contester la dualité radicale du rouge formel et de la vision de rouge, comme je le fais, c'est donc rendre impossible toute la théorie critériologique qui part de cette dualité comme d'un fait premier indiscutable.

Je ne comprends pas bien d'ailleurs comment avec cette théorie sur l'objet de la connaissance le R. P. peut écrire logiquement : « dans l'imagination il est clair que l'objet est une image » (Revue de Philosophie, 1913, *Comment présenter la définition de la vérité*).

L'image est l'acte de connaissance de l'imagination, elle ne devrait donc pas en être l'objet. Suarez me semble plus conséquent avec lui-même quand il nie que l'image soit objet de connaissance, sauf lorsqu'il y a connaissance réflexe. L'imagination connaît, d'après lui, les objets qui ont été précédemment connus par les sens extérieurs.

discute en effet pour savoir si la couleur formelle est ou n'est pas identiquement un phénomène psychique (1).

Quel sera d'après nous l'objet formel de la vision ? Mais tout simplement le corps extérieur en tant qu'il possède une propriété organoleptique de luminosité ou de coloration, propriété dont la nature intime n'est pas révélée à l'intelligence par la seule sensation visuelle.

Ma table que je touche et que je vois est l'objet de ma sensation visuelle comme de ma sensation tactile.

Nous avons ici l'avantage, toujours estimable, de rejoindre le langage du vulgaire lorsqu'il peut être conservé sans inconvénient.

Cet avantage fait défaut aux perceptionnistes qui dépassent, comme les PP. Geny et de la Vaissière, le réalisme naïf pur et simple. Pour eux, il est vrai que ma table soit l'objet de ma sensation tactile, mais non pas qu'elle soit l'objet de ma sensation visuelle. Je touche ma table, mais je ne la vois pas. Ce que je vois, quand je crois voir ma table, c'est une surface colorée qui se trouve au fond de mon œil. C'est tout de même drôle ! S'il fallait trancher la question d'après le plus ou moins grand étonnement causé aux incompétents, je persiste à croire que les perceptionnistes critiques ne seraient pas en meilleure posture que les interprétationnistes.

Voici comment le P. Geny explique l'illusion d'après laquelle nous croyons *voir* les objets extérieurs à notre corps :

« L'objet atteint immédiatement par le sens, c'est ce qui arrive jusqu'à lui, après que tous les milieux

(1) Je ferai d'ailleurs remarquer, en passant, que le vulgaire ne considère les couleurs formelles comme objet de la vision que parce qu'il les croit réellement présentes dans les objets extérieurs. La prétendue définition repose donc en dernière analyse sur un malentendu, que l'analyse des faits physiques et physiologiques a depuis longtemps dissipé.

capables de déformer ont été traversés. Pour le toucher, ce sera la pression exercée sur les corpuscules sensibles par la peau, pressée elle-même par les objets, ou bien la chaleur communiquée au corps par les choses en contact avec lui; pour le goût ce sera la dissolution du corps sapide dans la salive, pour l'odorat les particules émises par les corps et arrivant à la membrane pituitaire, pour l'ouïe le son produit dans les parties solides ou liquides qui environnent les terminaisons du nerf auditif, pour la vue enfin, les rayons lumineux qui arrivent jusqu'à la rétine. La sensation se fera donc, d'une certaine manière, au contact même du sens (1). Si nous croyons souvent sentir directement un objet à distance, c'est parce qu'une longue habitude nous a appris qu'il était la source dont partait le sensible qui nous a atteints : l'objet immédiatement vu ou entendu (étendue colorée ou son) évoque l'image d'un objet tangible (étendue résistante) auquel nous rapportons le premier. L'association paraît une union indissoluble ; il semble qu'à vouloir distinguer on demande au bon sens vulgaire un sacrifice au moins aussi grand que celui qu'exige la réduction des sensibles secondaires à des modifications subjectives ; tel n'est pas notre avis et nous croyons que la distinction sera comprise et admise aussi facilement que celle entre sensibles par soi et sensibles par accident ; dites à un paysan qu'il ne *voit* pas un homme, mais qu'il le conclut de ce que tel corps qu'il a devant lui a telle forme, émet tels mouvements, etc., s'il vous comprend, il comprendra aussi

(1) Le R. P. fait observer que le contact strict n'est pas requis, il suffit qu'il n'y ait plus péril de déformation. J'avoue ne pas très bien voir comment la pression exercée par la peau sur les terminaisons nerveuses nous permet de percevoir, dans cette théorie, et en dehors de tout raisonnement que cette pression provient d'un corps extérieur. Il semble que l'on devrait dire que le sujet qui ne voit immédiatement que le fond de son œil, ou ce qui revient au même les rayons qui aboutissent au fond de son œil, ne peut aussi toucher immédiatement que sa propre peau par la face interne !

que les mêmes corps apparaissant avec des dimensions, des formes, des couleurs diverses selon les distances, les milieux, les jeux de lumière, ce qui est vu n'est pas la même chose que ce qui est touché » (1).

Le paysan en question continuerait, je le crains, à dire : « Vous ne me ferez jamais croire que je ne vois pas cet homme que j'ai là devant les yeux ? » Cela viendrait, objectera-t-on, de ce qu'il ne comprendrait pas ce que c'est que « voir ». Soit ! Mais c'est exactement ce que l'on reproche aux perceptionnistes qui refusent d'admettre la subjectivité des couleurs. Parce qu'ils ont expérimenté la vision, ils s'imaginent en connaître la nature intime ; c'est en cela qu'ils se trompent profondément. Seule une analyse raisonnée des faits étudiés scientifiquement permet de dissocier ce que l'expérience vulgaire présente comme un tout : d'une part la chose extérieure, l'objet de la vision, de l'autre la couleur formelle, spontanément, mais faussement attribuée à l'objet.

Il y a beau temps d'ailleurs que cette dissociation a été fixée avec une précision qui ne laisse rien à désirer.

C'est Hobbes qui, à ma connaissance, l'a le premier nettement formulée. *Visus objectum proprie dictum*, écrivait-il, *non est lumen, nec color, sed ipsum corpus lucidum vel illustratum, vel coloratum* (2). La couleur formelle n'est pas distincte de l'acte même de la vision. Parlant de l'audition, le même philosophe disait que la voix de l'orateur (en tant que son formel) n'est pas autre chose que la sensation auditive de l'auditeur.

Cette manière de parler semble beaucoup plus correcte que celle de Descartes, qui voulait peut-être dire la même chose, mais s'exprimait moins heureusement. Il ne s'était pas suffisamment dégagé de la théorie du

(1) Rev. de Philos., 1912, p. 588.

(2) L. I. de Corp. 329, cité d'après Schwarz, *Umwälzung der Wahrnehmungshypothesen*, Leipzig, 1895, p. 148.

« fictum » de l' « esse mere intentionale ». Il opposait, en quelque sorte, la couleur formelle, phénomène subjectif, à la sensation visuelle, qui était pour lui l'acte par lequel l'âme seule prenait conscience de la couleur formelle.

Il est plus conforme aux faits de dire que la prise de conscience de la couleur formelle est identiquement cette même couleur formelle, comme la prise de conscience d'une sensation douloureuse est cette sensation douloureuse elle-même.

Ce dernier exemple amène naturellement l'examen d'un genre de sensations spéciales, des sensations qui ne présentent aucun objet distinct d'elles-mêmes.

Lorsqu'une sensation visuelle est causée par l'excitant spécifique de la vue, c'est-à-dire par les propriétés lumineuses des corps, il n'y a aucune difficulté à assigner un objet de la vision. Mais cet objet est introuvable quand la sensation visuelle est causée par des excitants inadéquats. Dans le cas d'un phosphène, par exemple, la sensation visuelle se manifeste par elle-même au sujet qui l'éprouve, mais elle ne manifeste aucun « objet de vision distinct d'elle-même ». De même, dans le cas des hallucinations, on voit sans qu'il y ait rien à voir.

Ces affirmations scandalisent profondément les perceptionnistes, qui ne font pas de difficulté de les traiter d'absurdes.

« Une connaissance sans objet ! Mais c'est contradictoire dans les termes. Autant vaudrait dire une connaissance qui ne connaîtrait rien, donc une connaissance qui ne serait pas une connaissance ».

Il me semble qu'une distinction facile à comprendre devrait calmer cette indignation.

On peut distinguer deux sortes de connaissances :

1° Les connaissances qui ne manifestent au sujet rien

d'autre qu'elles-mêmes. On pourrait les nommer connaissances sans objet ou *autodigmatiques*. Un phosphène est une connaissance de ce genre. Le sujet qui en est affecté, sans doute connaît quelque chose, mais ce qu'il connaît ne se distingue pas de sa sensation, et il n'a pas besoin d'un acte de connaissance distinct de sa sensation pour connaître sa sensation.

2° Les connaissances qui manifestent au sujet, *en plus d'elles-mêmes*, un objet de connaissance. Ce seront les connaissances d'objets ; nous les appellerons *autohétérodigmatiques*. La vision du soleil serait une connaissance de ce genre.

Au point de vue subjectif, les deux genres de connaissances ne se distinguent pas essentiellement dans le domaine de la sensibilité, et seule l'intelligence peut savoir si l'on a affaire à l'un ou à l'autre type de connaissance.

L'erreur de beaucoup de philosophes contemporains, depuis Kant, est de supposer gratuitement que toute connaissance est essentiellement du premier type. On est logiquement enfermé dans le solipsisme phénoménéiste.

Une erreur diamétralement opposée consisterait à supposer que toute connaissance humaine est essentiellement du second type, et doit appréhender un objet immédiat distinct d'elle-même. On cherchera, par exemple, dans le cas d'un phosphène, à trouver dans l'organe une luminosité *réelle* qui puisse être objet de vision. Si l'on n'y réussit pas, on niera que ce phosphène soit une sensation, on dira que c'est une image vive. Pour trouver encore ici la dualité tant désirée d'objet de connaissance et de connaissance, on distinguera, contre toute évidence, l'image de la conscience que nous avons de l'image, la *science* de la *conscience directe*.

Je ne vois pour mon compte qu'un seul moyen de mettre en harmonie les faits certains et les légitimes exigences de la critériologie, c'est de prendre, entre les phénoménistes et les objectivistes à outrance, une position moyenne, accordant que certaines connaissances ne présentent rien d'autre qu'elles-mêmes, et que d'autres présentent autre chose qu'elles-mêmes.

Qu'il me suffise, pour terminer cette première partie, de rappeler dans quel sens, après les explications données, on peut dire que la connaissance sensible externe est immédiate.

Entre la sensation externe et l'objet extérieur senti, il n'y a rien qui soit *objet connu*, il n'y a pas de *medium quod cognitum* ; donc, par rapport à cet objet extérieur, cette connaissance est immédiate. Le seul *medium* que l'on pourrait considérer comme interposé, serait la qualité formelle ; mais nous avons montré comment elle n'est pas interposée, puisqu'elle est réellement identique à la connaissance sensible.

On peut donc, comme je crois l'avoir prouvé dans mon précédent travail, être à la fois interprétationniste et immédiationniste.

S'ensuit-il, comme je l'ai laissé entendre, que nous puissions connaître intuitivement et sans raisonnement l'existence du monde extérieur par l'intelligence ? Il me semble que non. L'examen de cette nouvelle question fera l'objet de la seconde partie de ce travail.

(A suivre). ROBERT DE SINÉTY.

VARIÉTÉS

I

J. J. SYLVESTER (1814-1897) (1)

M. H. F. Baker, M. A., de St John's College à Cambridge, *Lecturer* à cette Université pour les mathématiques, vient de terminer la publication des Œuvres de Sylvester entreprise par lui bien peu de temps après la mort du grand géomètre.

Le consciencieux éditeur a mis en tête du tome IV (pp. XV-XXXVIII) une notice biographique, très précise au point de vue chronologique et faisant aussi très bien connaître ce qu'il y avait de prime-sautier, d'original et d'inquiet, au sens étymologique du mot, dans le génie de Sylvester : il n'a jamais pu faire une œuvre achevée, parce que trop d'idées nouvelles diverses sollicitaient simultanément son esprit. A la première page de ce même volume se trouve un magnifique portrait du grand géomètre et, au début de la biographie, une gravure d'un médaillon de profil qui rend encore mieux cette figure méditative et soucieuse.

Avant de donner un aperçu du contenu de chacun des quatre

(1) *The Collected Mathematical Papers of James Joseph Sylvester*, F. R. S., D. C. L., L. L. D., Sc. D., Honorary Fellow of St John's College, Cambridge ; Sometime Professor at University College, London ; at the University of Virginia ; at the Royal Military Academy, Woolwich ; at the John's Hopkins University, Baltimore and Savilian Professor in the University of Oxford. Cambridge, At the University Press. Volume I (1837-1853), 1904 ; XII-650 pp. ; Volume II (1854-1873), 1908 ; XVI-731 pp. et 2 pl. ; Volume III (1870-1883), 1909 ; XV-688 pp. in-4° ; Volume IV (1882-1897), 1912 ; XXXVII-756 pp. in-4°.

volumes des Mémoires de Sylvester, nous croyons utile de résumer la biographie de M. Baker, en la complétant çà et là par d'autres notices publiées antérieurement (1).

I. *Notice biographique*

James Joseph Sylvester, né à Londres, le 3 septembre 1814, est mort en cette ville, le 15 mars 1897. Son père, qui était juif, s'appelait Abraham Joseph ; mais un des frères de James Joseph, plus âgé que lui, ayant pris le nom de Sylvester, son exemple fut suivi par tous les autres membres de la famille.

L'Angleterre à l'époque de la jeunesse de J. J. Sylvester n'avait guère de grands savants et presque aucun mathématicien : on ne trouve guère que Th. Young (1773-1829), Faraday (1797-1867), John Herschell (1792-1871), Green (1793-1841), Hamilton (1805-1865), et un peu plus tard Cayley (1821-1895) et Smith (1826-1883). Mais sur le continent, on pouvait citer maints géomètres illustres : Laplace (1749-1827), Legendre (1852-1833), Fourier (1768-1830), Ampère (1775-1836), Poisson (1781-1840), Fresnel (1788-1827), Poncelet (1788-1867), Cauchy (1789-1857), Sturm (1803-1855), Galois (1811-1832), Hermite (1822-1891), Brioschi (1824-1897), Gauss (1777-1855), Steiner (1796-1863), von Staudt 1796-1867), Jacobi (1804-1851), Dirichlet (1805-1859), Kummer (1810-1893), Weierstrass (1815-1897), Kronecker (1823-1891), Riemann (1826-1866), Clebsch (1833-1872), Abel (1802-1829) ; Lobatchefski (1793-1856), Tchebychef (1821-1894). Tels sont les noms des contemporains de Sylvester, dans le domaine des mathématiques, ceux dont les écrits, dit Baker, formèrent l'atmosphère intellectuelle du géomètre anglais. Bien entendu, on pourrait citer d'autres mathématiciens moins célèbres, comme Boole, De Morgan, Salmon, qui ne furent pas sans influence sur Sylvester.

Sylvester fut élevé à Londres jusqu'en 1829, puis à Liverpool

(1) Halsted, *Sylvester*, (SCIENCE (New-York), 16 avril 1897, pp. 597-604) ; E. Lampe, *Arthur Cayley und James Joseph Sylvester* (NATURWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU, 1897, t. XII, n° 28) ; E. Picard, *James Joseph Sylvester* (REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES, 15 septembre 1897, t. VIII, pp. 689-690). C'est de ces sources que nous avons tiré la petite notice publiée dans MATHESIS, 1897, t. XVII, pp. 245-246, puis dans nos MÉLANGES MATHÉMATIQUES, 1883-1898, pp. 39-41 de la 2e partie. Dans la bibliographie, nous reproduisons en les complétant les analyses sommaires publiées dans MATHESIS, 1904, p. 227 ; 1908, p. 145 ; 1910, pp. 157-158 ; 1913, pp. 99-100.

(1829-1831) où il eut à souffrir plus d'une avanie de la part de ses condisciples, parce qu'il était juif. Dès cette époque, son talent mathématique se révéla.

Il fréquenta ensuite, de 1831 à 1837, mais avec des interruptions, l'Université de Cambridge, au Collège St John. Il en sortit, en 1837, comme *second wrangler*, le premier rang lui ayant été ravi par un étudiant du même collège, Wm. N. Griffin, qui fut, dans la suite, un modeste clergyman. G. Green, l'auteur du Mémoire à jamais célèbre : *An Essay on the Application of Mathematical Analysis to the Theories of Electricity and Magnetism,* publié par souscription en 1828, à Nottingham, n'eut que la cinquième place. « Quand on remarque, dit Halsted, que Sylvester, W. Thomson (lord Kelvin), Maxwell, Clifford, J. J. Thomson ont tous été *second wrangler*, on se demande involontairement si aucun *senior wangler*, Cayley excepté, peut être mis en parallèle avec eux. » Cayley a été premier *(senior wrangler)* au concours mathématique de 1842.

En sa qualité de juif, Sylvester ne put aspirer aux honneurs académiques à Cambridge. Ce fut à Dublin, en 1841, que Sylvester prit les grades de Bachelier et de Maitre ès Arts (B. A., M. A.). En 1871, on abolit à Cambridge, l'obligation de souscrire aux articles de l'Église anglicane pour obtenir ces grades et, en 1872, ils furent conférés à Sylvester, *honoris causa.*

Pendant son séjour à Cambridge, Sylvester ne s'intéressa pas seulement aux mathématiques, mais aux sciences physiques, à la chimie en particulier, aux classiques grecs et latins, pour lesquels il eut toujours un goût très vif, en général à la poésie qu'il cultiva toute sa vie et à la musique : « *May not Music be described as the Mathematic of sense,* disait-il, *Mathematic as Music of the reason ?* ». Sylvester connaissait très bien le français, l'allemand et l'italien.

En 1838, il succéda à W. Ritchie dans la chaire de physique de ce qui est devenu l'University College de Londres, et l'occupa jusqu'en 1841. C'est alors qu'il publia un mémoire sur le développement analytique de la théorie optique des cristaux de Fresnel et qu'il écrivit sur le mouvement et le repos des fluides et des solides. Mais les mathématiques pures l'emportèrent bientôt sur la physique : il trouva la méthode dialytique et l'expression des fonctions de Sturm au moyen des racines de l'équation considérée. Dès le 25 avril 1839, il avait été élu comme membre de la Société royale, donc à vingt-cinq ans.

En 1841, il accepta une place de professeur à l'Université de Virginie aux États-Unis, mais il ne fut guère apprécié dans ce milieu peu scientifique et esclavagiste.

Il revint bientôt en Europe, entra comme actuaire dans une société d'assurances (1844), étudia la jurisprudence et devint avocat en 1850. C'est pendant cette période de sa vie qu'il se lia avec Cayley qui avait quitté Cambridge en 1846 et était aussi devenu actuaire et avocat. Sylvester disait de lui qu'il semait habituellement dans ses discours des perles et des rubis ; il va même plus loin : « *Cayley, though younger than myself, is my spiritual progenitor* » ; mais il y a eu sans doute action et réaction des deux grands algébristes l'un sur l'autre. C'est alors aussi que Sylvester et Cayley créèrent l'invariantologie avec la coopération d'ailleurs sur le continent d'Hermite, Brioschi, Aronhold, Clebsch et de beaucoup d'autres. C'est Sylvester qui a introduit dans cette théorie la considération simultanée des variables dualistiques (ponctuelles et tangentielles) ; on lui doit la théorie des contrevariants et des divariants, une partie de celle des formes canoniques avec de belles applications aux surfaces du troisième ordre et une foule de résultats particuliers. La terminologie de cette nouvelle partie de la science lui appartient presque tout entière.

Sylvester fit la connaissance de Salmon qui devint l'auxiliaire et le metteur en ordre des découvertes de Sylvester et de Cayley dans sa *Higher Algebra*. Il gronde amicalement le premier sur l'imperfection de ses mémoires : « Considérez sérieusement si ce n'est pas un devoir pour celui qui introduit un nouvel enfant dans le monde de veiller à le bien élever. Je dois vous dire que vous avez à un degré répréhensible la manie du coucou de pondre des œufs n'importe où sans vous inquiéter de leur sort. Vous devriez avoir plus de soin de vos enfants et les produire dans le monde sous une forme présentable. »

En 1855, Sylvester fut élu comme professeur à l'Académie royale militaire de Woolwich ; il occupa ces fonctions jusqu'en 1870. Cette période de sa vie ne fut pas moins féconde que la précédente. En 1855, il fonda avec Ferrers le *Quarterly Journal of Pure and Applied Mathematics*, qui remplaça le *Cambridge and Dublin Mathematical Journal*. En 1863, il succéda à Steiner comme correspondant de l'Académie des Sciences de Paris. En 1864, il trouva la démonstration de la célèbre règle de Newton sur le nombre des racines imaginaires des équations que personne

n'avait pu établir, ni Maclaurin, ni Waring, ni Euler. Voici deux vers de l'auteur sur cette découverte :

> Descartes and Newton's Law lay hid in night :
> Heaven touched my heart with fire and all was right.

La règle de Newton avec l'extension qu'il lui a donnée forme l'objet de nombreuses notes de Sylvester : l'une d'elles fut publiée par la *Royal Irish Academy* dont il a été nommé membre nous ne savons en quelle année, mais avant 1871. Il a beaucoup écrit sur la théorie des nombres pendant cette période de sa vie.

Il s'est aussi occupé de la théorie des mécanismes de Peaucellier, de Lipkine et de leurs continuateurs, sujet sur lequel il a fait en français et en anglais des conférences très originales.

De 1875 à 1883, il est professeur à la John's Hopkins University à Baltimore où il lui fut donné d'exposer en les complétant ses recherches d'invariantologie. Il y fonda en 1878, l'*American Journal of Mathematics*. Le 11 juin 1880, il fut nommé Fellow honoraire de son ancien College of St John à Cambridge et la même année la Société royale lui accorda la plus haute de ses récompenses, la Copley Medal.

En 1883, l'Université d'Oxford conféra à Sylvester le grade honorifique de D. C. L. et l'élut comme *Savilian Professor*, à la place de l'illustre H. J. S. Smith ; en 1890, celle de Cambridge lui décerna le grade de Sc. D. *honoris causa*. Son activité scientifique ne fut pas moindre pendant cette dernière partie de sa vie que pendant les précédentes, quoique peut-être moins originale.

M. Baker en terminant sa belle notice résume son appréciation sur Sylvester, en disant qu'il était *a great personality as a remarkable mathematician wide and accurate in thought, deep and sensitive in feeling, and inspired with a great faith in things spiritual*. Citons encore sa dernière phrase : *Sylvester is of those to whom it is given to renew in us the sanity which is called faith.*

Pour l'appréciation de son œuvre sur la théorie des équations, il renvoie à l'article de Noether dans le tome L (1898) des *Mathematische Annalen*, pour ses travaux sur la partition des nombres, à Mac-Mahon, dans les *Proceedings* de la London Mathematical Society (t. XXXVIII, 1896-1897) ; en invariantologie, il est clair que son rôle a été immense, quoique bien difficile à séparer de celui de ses contemporains.

Sylvester avait une nature enthousiaste. Quand il s'éprenait d'un sujet, il publiait mémoire sur mémoire avec une fécondité inépuisable, complétant, corrigeant, généralisant ses premiers résultats sans jamais prendre le temps de donner une forme achevée aux productions de son esprit inventif et sans trop s'inquiéter des travaux des autres géomètres, qu'il ne parvenait pas à lire même quand ils semblent toucher aux siens : c'est ainsi qu'il ne s'est pas préoccupé des progrès de l'arithmétique supérieure dus à l'introduction des nombres complexes et idéaux, ni de la théorie générale des fonctions ou des fonctions elliptiques et abéliennes, ni de la géométrie non euclidienne. Il avait trop d'idées à lui, pour parvenir à entrer dans celles des autres. « Je me rappelle que dans un de ses voyages à Paris, dit M. E. Picard, il vint me demander si, en six semaines, il pourrait apprendre la théorie des fonctions elliptiques. Sur ma réponse affirmative, il me pria de lui désigner un jeune géomètre qui voulût bien, plusieurs fois par semaine, lui donner des leçons. Celles-ci commencèrent, mais dès la seconde, les réciproquants et les matrices vinrent faire concurrence aux fonctions elliptiques ; quelques leçons continuèrent où le jeune professeur fut initié aux dernières recherches de Sylvester, et on en resta là » (Picard, notice citée, p. 690). Cette ignorance relative du grand géomètre anglais explique l'imperfection de certaines de ses recherches.

Une biographie latine de Sylvester. — M. Baker cite dans sa notice une très curieuse biographie latine de Sylvester faite d'après des renseignements donnés par lui-même et lue à l'Université de Cambridge, quand lui fut conféré le titre honorifique de Docteur en Sciences. La voici. C'est un excellent résumé de sa vie dans la langue de Cicéron :

« Plus quam tres et quinquaginta anni interfuerunt, ex quo Academiae nostrae inter silvas adulescens quidam errabat, populi sacri antiquissima stirpe oriundus, cuius maiores ultimi, primum Chaldaeorum in campis, deinde Palestinae in collibus, caeli nocturni stellas innumerabiles, prolis futurae velut imaginem referentes (1) non sine reverentia quadam suspiciebant. Ipse numerorum peritia praeclarus, primum inter Londinienses Academiae nostrae studia praecipua ingenii sui lumine illustrabat. Postea trans aequor Atlanticum plus quam semel honorifice vocatus, fratribus nostris transmarinis doctrinae mathematicae facem praefecerat (2).

(1) *Genesis*, XV, 5.
(2) Université de Virginie, 1841-1845 : John Hopkins University, 1877-1883.

« Nuper professoris insignis in locum electus, et Britanniae non sine laude redditus, in Academia Oxoniensi scientiae flammam in dies clariorem excitat (1). Ubicumque incedit, exemplo suo nova studia semper accendit. Sive numerorum θεωρίαν explicat, sive Geometriae recentioris terminos extendit, sive regni sui velut in puro caelo regiones prius inexploratas pererrat, scientiae suae inter principes ubique conspicitur. Nonnulla quae Newtonus noster, quae Fresnelius, Iacobius, Sturmius, alii imperfecta reliquerunt, Sylvester noster aut elegantius explicavit, aut argumentis veris comprobavit. Quam parvis ab initiis argumenta quam magna evolvit ; quotiens res prius abditas exprimere conatus, sermonem nostrum ditavit, et nova rerum nomina audacter protulit (2) ! Arte quali numerorum leges non modo poëtis antiquis interpretandis sed etiam carminibus novis pangendis accommodat (3) ! Neque surdis canit, sed « *respondent omnia silvae* (4) » si quando, inter rerum graviorum curas, aevi priori pastores aemulatus,

« *Silvestrem tenui musam meditatur avena* (5) ».

» Duco ad vos Collegii Divi Ioannis Socium, trium simul Academiarum Senatorem, quattuor deinceps Academiarum Professorem, *Iacobum Iosephum Sylvester.* »

II. *Bibliographie*

Les quatre beaux volumes publiés par l'*University Press* de Cambridge ne contiennent que les œuvres mathématiques de Sylvester, mais non *The Laws of Verse* (publié en 1870 chez Longmans, Green and C°), ni la *Trilogy* publiée dans les PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS : *Algebra, Poetry and Music.*

Nous allons analyser les quatre volumes des *Collected Mathematical Papers.* Le savant éditeur, dans la préface du tome IV, remercie tous ceux qui l'ont aidé à mener à bonne fin sa difficile entreprise et fait remarquer qu'en général, il a cru devoir reproduire le texte des Mémoires de Sylvester, sans les commenter niles corriger, sauf là où il y avait des fautes d'impression évidentes.

(1) Il succède à H. J. S. Smith comme Professeur Savilien.
(2) Prof. Cayley, dans NATURE, 3 janvier 1889.
(3) *The Laws of Verse*, 1870 ; *Eagle*, XIV, 251, XV, 251, XIX, 601 f., 604.
(4) Virgile, *Ecl.*, X, 8.
(5) Virgile, *Ecl.*, I, 2.

Volume I (1837-1853). Ce volume contient 68 notes ou mémoires : Le plus étendu est le n° 57 : *On the Theory of the Syzygetic relations of two integral functions, comprising an application to the theory of Sturm's functions, and that of the greatest algebraical common measure* (pp. 429-586). Plusieurs des petits mémoires du volume (n° 11, 50, 61, 62, 66) se rapportent aussi au théorème de Sturm.

Le volume contient aussi la méthode dialytique d'élimination (n°s 37, 39, 48, etc.), les travaux sur les transformations des formes quadratiques (loi d'inertie, n° 47), la découverte des facteurs invariants d'une matrice (n°s 22, 24, 36).

Outre ces Mémoires signalés spécialement par M. Baker dans sa préface, notons encore celui qui ouvre le volume : *Développement analytique de la théorie optique des cristaux de Fresnel* (pp. 1-27), et trois courtes notes relatives au mouvement des solides ou des liquides (pp. 28-38) qui datent de l'époque où Sylvester enseignait la physique à Londres ; enfin quelques autres notes sur la théorie des nombres (n° 5, 6, 19, 20, 21, 67).

Une note de quatre pages de M. Baker, à la fin du livre, corrige une erreur de Sylvester et contient un autre exposé des trois principaux théorèmes de l'illustre géomètre sur les déterminants.

Volume II (1854-1873). Des cent douze mémoires, articles, notes contenus dans ce volume, les uns sont très étendus, comme le mémoire sur la règle de Newton relative au nombre des racines positives, négatives ou imaginaires des équations (plus de cent pages), les autres très courts (une ou deux pages, parfois même le titre seul) et ont rapport aux questions les plus diverses de mathématiques pures et appliquées : Théorie des nombres (34) ; Algèbre : déterminants, invariantologie, théorie des équations (33) ; calcul des différences (3) ; calcul intégral et séries (6) ; géométrie : coniques, cubiques, surfaces du troisième ordre, géométrie pluckérienne (9) ; développante de cercle (5) ; mécanique pure et appliquée (13) ; astronomie (4) ; philosophie des mathématiques (3) : divers (2).

Citons particulièrement, avec M. Baker, entre tous ces mémoires, les sept leçons sur la partition des nombres (pp. 119-175) ; les recherches sur la règle de Newton (pp. 376-479) avec ses nombreux compléments ; la curieuse leçon de concours sur la géométrie, improvisée en quelques heures (pp. 2-9) ; enfin et surtout son adresse présidentielle à la section de mathématiques de l'Association britannique pour l'avancement des sciences, à Exeter, en 1869, avec les notes qui la complètent (pp. 650-661,

714-731). Dans cet admirable discours, Sylvester réfute radicalement une sotte assertion de Huxley, savoir que *Mathematical training is almost purely deductive ; Mathematics is that study which knows nothing of observation, nothing of experiment, nothing of induction, nothing of causation.* Il cite à ce propos, avec raison, les vers de Goethe :

> Verständige Leute kannst du irren sehn
> In Sachen, nämlich, die sie nicht verstehen,

et la remarque de Cuvier : « Les savants jugent toujours comme le vulgaire les ouvrages qui ne sont pas de leur genre » (p. 653). Il montre en même temps que divers savants anglais ont compris de travers les vues de Kant sur l'espace. Les notes additionnelles sont empruntées au volume *The Laws of Verses*.

Voici l'énoncé de la partie essentielle de la règle de Newton démontrée par Sylvester et encore très peu connue sur le continent. Soient $fx = 0$, une équation algébrique de degré n, où

$$fx = a_0x^n + na_1x^{n-1} + \frac{n(n-1)}{1 \cdot 2} a_2x^{n-2} + \cdots + na_{n-1}x + a_n.$$

Posons

$$A_0 = a_0^2, \qquad A_1 = a_1^2 - a_0a_2,$$

$$A_2 = a_2^2 - a_1a_3, \ldots, A_{n-1} = a_{n-1}^2 - a_{n-2}a_n, \quad A_n = a_n^2.$$

Considérons les deux suites

$$a_0, \ a_1, \ a_2, \ \ldots, \ a_{n-1}, \ a_n;$$
$$A_0, \ A_1, \ A_2, \ \ldots, \ A_{n-1}, \ A_n.$$

Les successions des a et A associés comme

$$\left\{ \begin{matrix} a_r, & a_{r+1} \\ A_r, & A_{r+1} \end{matrix} \right\}$$

présentent ou bien une double permanence de signe, ou une double variation, ou une permanence dans les a, une variation dans les A (permanence-variation), ou enfin une variation dans les a, une permanence dans les A (variation-permanence).

« Le nombre des doubles permanences dans les séries des a et A associés est une limite supérieure du nombre des racines négatives de l'équation ; le nombre des variations-permanences est une limite supérieure du nombre des racines positives. »

Nous sommes persuadé qu'un jeune géomètre qui pourrait étudier à fond les recherches de Sylvester sur la règle de Newton et les pousser plus loin trouverait enfin des règles absolues pour déterminer le nombre des racines positives, négatives ou imaginaires d'une équation avec ou sans racines égales.

Volume III (1870-1883). M. Baker fait précéder ce volume d'une note que nous résumons : « On trouve dans ce volume surtout l'exposé de la méthode énumérative de l'auteur pour obtenir le système complet des concomitants d'un ensemble de formes algébriques, en se servant des fonctions génératrices ; on y trouve aussi à la fin une note, courte mais lumineuse, qui est la préface naturelle du mémoire de l'auteur sur la théorie constructive des partitions : celle-ci paraîtra en tête du quatrième et dernier volume de ses œuvres. Le présent volume correspond à peu près à l'époque où Sylvester, libre de toute routine traditionnelle, pouvait à l'Université John Hopkins de Baltimore, faire l'expérience si intéressante de méthodes nouvelles d'enseignement en lâchant la bride à son génie inventif en invariantologie : les étudiants d'ailleurs lui forçaient la main ; ils voulaient que Sylvester leur exposât ses recherches sur la théorie des formes, ou rien. On peut lire là-dessus sa curieuse Adresse de 1877 à l'Université John Hopkins. Le volume contient aussi les recherches de l'auteur sur les relations de la chimie et de l'algèbre et ses mémoires sur certaines équations cubiques ternaires et sur les sous-invariants et les perpétuants. Çà et là, l'éditeur a renvoyé à un travail de F. Franklin ou à d'autres mémoires en relation avec ceux de Sylvester ».

Parmi les sujets traités dans ce volume III des Œuvres de Sylvester dont M. Baker ne parle pas dans la note résumée plus haut, nous devons citer maintes questions d'arithmétique supérieure, entre autres une étude sur le nombre des nombres premiers compris entre deux limites données (pp. 530-545), et des recherches sur les compas composés analogues à celui de Peaucellier (pp. 7-36).

Nous signalons spécialement aux lecteurs de la Revue l'Adresse presque improvisée que Sylvester a faite à l'Université John Hopkins, le 22 février 1877 et dont il est question plus haut : on y trouvera des vues originales sur les mathématiques,

les mathématiciens et l'enseignement universitaire. Voici quelques citations caractéristiques, faciles à comprendre, mais que nous n'essayons pas de traduire : « It is the constant aim of the mathematician to reduce all his expressions to their lowest terms, to retrench every superfluous word and phrase and to condense the maximum of meaning into the minimum of language. He has to turn his eye ever inward, to see anything in its dryest light. » — « The oyster, *twin-soul to the mathematician* (sic ; c'est nous qui soulignons) working in silence and seclusion between the folding doors of his mansion, elaborates the pearl that may hereafter, deck an empress 's brow. »

« All the principal conclusions of this wonderful mathematical theory (Thermodynamics) were deduced from the great laws contained within the seven last words of the expiring Caloric theory : « *Heat is motion ; temperature seeks its level.* » — « May the time never come when the two offices of teaching and researching shall be sundered in this University. » — « If German professors have made Germany what it is, England may thank the obscurantist class of her university professors, if she is now so much inferior in intellectual weight and influence in the world to what she ought to be and but for them would have been. » — « In thoroughness of exposition, whatever may be the case as regards lucidity of presentation or spontaneity of initiative, I need hardly add my testimony to the general verdict of the world that our Teutonic brethren occupy the foremost rank. »

Pour contrebalancer un peu la vivacité des critiques contenues dans l'un de ces passages, il est à peine nécessaire de rappeler à nos lecteurs les noms de quelques savants anglais de premier ordre : les mathématiciens Hamilton, Cayley, Smith et Sylvester lui-même, les physiciens Lord Kelvin et Maxwell, l'astronome Adams.

Volume IV (1882-1897). En tête du volume se trouve la belle esquisse biographique que nous avons résumée plus haut. Suit la table des matières contenant les titres des 75 mémoires contenus dans le volume, dont deux sont des ouvrages étendus : (1) *A constructive theory of partitions in three acts, an interact and an exodion* (pp. 1-83) ; (42) *Lectures on the theory of reciprocants* (pp. 303-513). Un grand nombre de notes et d'articles du volume sont des compléments ou des additions à ces deux grands mémoires sur la théorie des nombres et l'invariantologie. Mais il y en a beaucoup d'autres sur les sujets les plus variés, les quaternions, les matrices, la transformation de Tchirnhausen, sur

les nombres parfaits (n° 55, 56, 57, 58, pp. 604-619), ceux-ci provoqués par un article de M. Servais publié en octobre 1887 dans MATHESIS, sur le problème de l'aiguille (n° 69, pp. 663-679), sur le paradoxe de d'Alembert et Carnot, relatif à l'interprétation des quantités négatives en géométrie (n° 35, pp. 238-241), etc.

C'est dans ce volume que se trouve (n° 8) une note sur les partitions conduisant à un théorème de Jacobi sur les fonctions thèta auquel il est fait allusion dans la biographie latine de Sylvester.

Le volume se termine par un Index des *Mathematical questions* proposées par Sylvester dans l'EDUCATIONAL TIMES, de 1864 à 1890 (pp. 743-747) et par une table alphabétique des matières contenues dans les quatre volumes des *Collected Mathematical Papers* (pp. 748-756). Elle nous semble trop peu développée.

Les Œuvres de Sylvester ont évidemment leur place dans toutes les bibliothèques universitaires, dans celle aussi de ceux qui s'occupent de théorie des nombres ou d'invariantologie, à côté des Œuvres de Cayley et de Smith.

P. MANSION.

II

LA ROTATION DES PLANÈTES

ET LA

THÉORIE DES MARÉES

I

Avant la découverte de Neptune et de son satellite rétrograde aucune objection sérieuse n'avait été faite à l'hypothèse cosmogonique de Laplace. L'insuffisance des explications données pour justifier le sens de la rotation des planètes avait passé à peu près inaperçue.

Pour que les rotations des planètes issues de la rupture des anneaux soient de sens direct, il faut que les vitesses aillent en

croissant du bord interne au bord externe des anneaux; or, elles vont d'abord en décroissant. Il faut donc qu'il se passe, dans les anneaux, postérieurement à leur formation, quelque chose qui intervertisse l'ordre des vitesses, qui augmente les vitesses des couches extérieures et diminue celle des couches intérieures.

Ce quelque chose, d'après Laplace, c'est le frottement des couches concentriques de l'anneau nébuleux, assimilé à une atmosphère animée d'un mouvement de rotation. Les couches d'une atmosphère pèsent, en effet, les unes sur les autres parce que la force centrifuge y est partout inférieure à la pesanteur.

Faye fait observer, avec infiniment de raison, qu'il n'y a rien de pareil dans un anneau nébuleux animé, non pas d'une rotation, mais d'une circulation planétaire. « Si vous partagez par la pensée, dit-il, cet anneau plat en couches concentriques, ces couches ne presseront pas les unes sur les autres, parce que le poids de chacune d'elles est exactement compensé par la force centrifuge. Il n'y aura donc plus, comme dans une atmosphère, d'entraînement sous pression, mais seulement des collisions de molécules voisines animées de vitesses peu différentes, des destructions de vitesses tangentielles, dont le résultat sera de rapprocher insensiblement, du centre de circulation, toutes les parties de l'anneau, ou d'y provoquer des ruptures sous forme de lignes de séparation circulaires entre ses diverses parties » (1).

Comme preuve, Faye cite l'anneau de Saturne, composé d'une série d'anneaux concentriques, séparés par des intervalles plus ou moins grands, et circulant chacun avec sa vitesse propre. Depuis des millions d'années aucune tendance à la régularisation des vitesses ne s'est manifestée, et, aujourd'hui encore, celles-ci croissent du bord externe de l'anneau extérieur au bord interne de l'anneau intérieur.

Malgré l'évidence de ce raisonnement corroboré par les faits, les tentatives n'ont pas manqué pour expliquer, dans l'hypothèse de Laplace, la rotation directe de la plupart des planètes. Toutes ces tentatives ont ceci de commun que les anneaux, de dimensions énormes et de densité infiniment petite, y sont considérés comme des corps fluides, formant un tout cohérent, élastique et compressible. Cette conception ne correspond sans

(1) Faye, *Sur l'Origine du Monde.*

doute à rien de réel. Les corps célestes qui ont l'apparence de matière gazeuse excessivement ténue, étudiés de plus près, se résolvent en un amas de poussières cosmiques. Tels sont d'abord les anneaux de Saturne, dont la constitution pulvérulente, dépourvue de cohésion, est seule capable d'assurer la stabilité. Telle est aussi la matière cométaire. Au pic du Midi, M. Marchand a fait, sur la comète de Halley, des observations très concluantes. « La matière d'une comète, dit-il, paraît composée en partie d'une poussière cosmique, dont les dimensions varient depuis l'ordre du micron jusqu'à quelques millimètres (1). »

Quoi qu'il en soit, de savants calculs ont été faits dans l'hypothèse d'une certaine viscosité des anneaux. Le regretté H. Poincaré, qui ne dissimule pas son faible pour la théorie de Laplace, a étudié les conditions de stabilité des anneaux supposés fluides, et il est arrivé à cette conclusion qu'ils seraient rompus bien avant que l'état de rotation uniforme fût atteint (2). Les planètes issues de la rupture des anneaux devraient donc, comme le voulait Faye, tourner toutes dans le sens rétrograde.

Entre temps, on avait découvert dans chacun des systèmes de Jupiter et de Saturne un satellite rétrograde très éloigné. Cet évènement inattendu portait le dernier coup à l'ancienne conception de la formation des globes planétaires sous une influence de rotation directe. Renonçant à la chimérique interversion des vitesses linéaires à l'intérieur des anneaux, les continuateurs de Laplace, à la recherche d'une cause susceptible de ramener au sens direct des rotations primitivement rétrogrades, firent intervenir les marées solaires. A notre grand étonnement, Poincaré se rallie à cette théorie et il la résume ainsi :

« Considérons deux masses gazeuses M et M', provenant de la rupture de l'anneau et dont les distances au Soleil sont un peu différentes (fig. 1). D'après la troisième loi de Kepler, la masse la plus éloignée M' a une vitesse moindre que la plus rapprochée M : c'est donc M qui rejoindra M', viendra la choquer et se coller à elle. Il semble, à première vue, que la planète résultant de ce choc aura un mouvement de rotation rétrograde, puisque

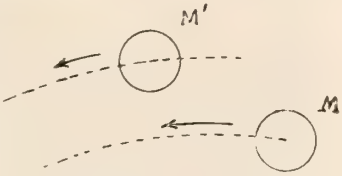


Fig. 1

(1) Ciel et Terre, septembre 1912.
(2) Poincaré, *Les Hypothèses cosmogoniques.*

ses parties internes auront des vitesses plus grandes que les parties externes. Mais la masse gazeuse globulaire, grossièrement ronde, résultant de la réunion de M et de M′ n'est pas soustraite à toute action extérieure. Elle subit l'attraction du soleil ; cette attraction lui fera prendre une forme allongée vers cet astre, l'attraction solaire tendant toujours à ramener son grand axe dans cette direction. Il se produira donc dans la masse des marées internes accompagnées de frottements qui finiront par rendre égales la durée de rotation et la durée de révolution. A ce moment, la rotation sera devenue directe. »

« La condensation augmentant par suite du refroidissement, cette vitesse de rotation tend à augmenter, mais les marées tendent à la maintenir égale à celle de la révolution. Au début, l'influence des marées l'emportera et les deux vitesses seront égales ; puis, l'influence des marées diminuant, la masse planétaire commencera à présenter une libration ; enfin, la condensation se poursuivant, l'influence des marées cessera d'être prépondérante, et il y aura une rotation directe plus rapide que la révolution. L'action des marées diminue, en effet, à mesure que la contraction se poursuit, car la marée solaire sur un astre dépend de la différence entre l'attraction solaire à la surface de cet astre et l'attraction solaire en son centre, cette différence est évidemment plus faible pour un petit astre que pour un gros. »

« Cette explication de la rotation directe des planètes, fondée sur la théorie des marées, est, semble-t-il, la meilleure. Si les planètes les plus extérieures ont une rotation rétrograde, c'est sans doute que leur grand éloignement a rendu la marée solaire très faible et insuffisante à produire la rotation directe (1). »

II

Malgré la haute autorité qui s'attache à tout ce qui vient de l'illustre auteur de ces lignes, nous croyons que cette théorie est inexacte.

Dans l'hypothèse de Laplace, soit qu'il s'agisse de la nébuleuse solaire ou des globes planétaires, au moment de la séparation d'un anneau, la force centrifuge $\omega^2 R$ est égale à la pesanteur $\frac{M}{R^2}$.

(1) Poincaré, *Les Hypothèses cosmogoniques*, p. 51.

c'est-à-dire

$$\omega^2 R^3 = M.$$

Si la masse de l'anneau abandonné n'est qu'une fraction insignifiante de M, comme cela arrive dans les systèmes solaire et planétaires, on a très sensiblement

$$(1) \qquad \omega^2 R^3 = M = \text{Constante},$$

ce qui est l'expression de la troisième loi de Kepler.

L'équation (1) peut être représentée par les deux courbes de la figure 2 ; l'une d'elles correspond aux rotations directes ($\omega > 0$), l'autre aux rotations rétrogrades ($\omega < 0$). Toutes les fois que, pour un globe planétaire, le produit $\omega^2 R^3$ est plus petit que M, le point de rencontre m des deux coordonnées R et ω se trouve à l'intérieur du système des deux courbes AB et A'B' ; il n'y a pas abandon d'anneaux dans le plan de l'équateur. Le contraire a lieu si le point de rencontre m' est l'extérieur des deux courbes ; la matière équatoriale s'écoule alors d'autant plus abondamment que le point m' est plus éloigné de l'une ou de l'autre branche.

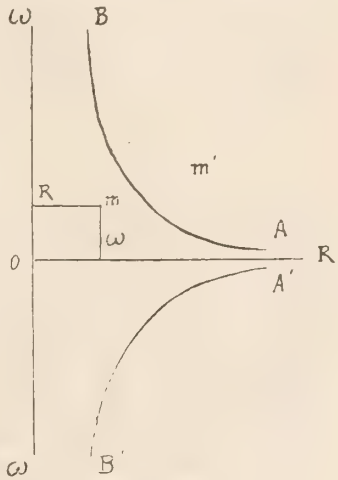


Fig. 2

Au moment où un globe planétaire abandonne un anneau qui doit donner naissance à un satellite rétrograde, le produit $\omega^2 R^3$ est, par construction, tel que la rencontre des deux coordonnées R et ω se fait en un point m de la branche des rotations rétrogrades (fig. 3). Si, comme dans les systèmes de Jupiter et de Saturne, il y a une grande distance entre le satellite rétrograde et le plus extérieur des satellites directs, il faut en conclure ceci : Sous l'influence des marées, la vitesse angulaire diminuant en même temps que le rayon du globe planétaire, le produit $\omega^2 R^3$ a donné une série de points m', m'',... intérieurs aux deux courbes, la formation des anneaux a cessé momentanément ; elle a repris lorsque, la rotation devenue directe et augmentant toujours, la ligne $mm'm''$...

est venue rencontrer en n la courbe AB. Alors se sont formés successivement tous les satellites directs.

Mais si on prolonge la ligne $m''m'm$ du côté extérieur dans la direction mr, elle sort manifestement de l'intérieur des deux courbes AB, A'B'. En effet, plus grand est le rayon du globe et plus forte est l'action des marées. Dans le trajet rm, comme dans la partie mm' du parcours $mm'm''..n$, à mesure que le rayon diminuait, la rotation se ralentissait aussi. Le produit ω^2R^3 correspondant au point r est supérieur au même produit relatif au point m. Le point r est donc extérieur aux deux courbes AB, A'B', et la ligne rm devrait être jalonnée par une suite de satellites. Puisqu'il n'en existe qu'un seul, au point m dans chacun des systèmes de Jupiter et de Saturne, il faut admettre que la ligne mr a une direction rentrante comme l'indique la figure 4. Mais alors, si on prolonge cette ligne du côté opposé, les points m', m''.. sont extérieurs aux deux courbes AB, A'B', et il doit y avoir formation d'anneaux. Autrement dit, si à une certaine époque, la contraction commence à l'emporter sur la marée, cette prépondérance s'accentue dans la suite. La rotation, au lieu d'être retardée, s'accélère dans un sens ou dans l'autre. Poincaré le dit lui-même : « Si l'effet du refroidissement l'emporte

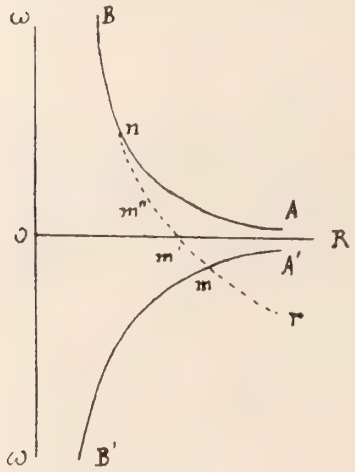


Fig. 3

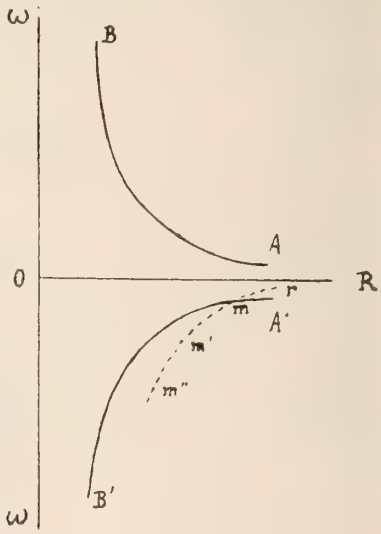


Fig. 4.

sur celui des marées, la rotation reste toujours rétrograde et tend même à s'accélérer » (1).

Cette phrase signifie que, pour un globe dont la rotation, accélérée par le refroidissement, est retardée par la marée, à partir du moment où le refroidissement commence à l'emporter, la formation des anneaux doit se continuer sans interruption. Si l'on vient à découvrir dans les systèmes de Jupiter ou de Saturne, d'autres satellites rétrogrades plus éloignés, les raisonnements précédents conserveront donc toute leur valeur.

III

On arrive à la même conclusion par une autre voie. Entre les points m et n (fig. 3), la rotation, dans les systèmes de Jupiter et de Saturne, a changé de sens. A une certaine époque elle a été nulle. Quelque temps après, elle est passée au sens direct et sa durée est devenue égale à celle de la révolution. Connaissant la loi de contraction du globe

$$\omega^2 R^3 = M$$

il est possible de calculer le rayon à l'époque de l'égalisation des durées.

Pour Jupiter,

$$\omega = \frac{2\pi}{4332} \text{ par jour,}$$

M est donné par la révolution d'un satellite quelconque, celle du septième, par exemple, pour lequel on a

$$\left(\frac{2\pi}{265}\right)^2 \times \overline{167}^3 = M.$$

Le rayon cherché x s'obtiendra par l'équation

$$\left(\frac{2\pi}{4332}\right)^2 x^3 = \left(\frac{2\pi}{265}\right)^2 \times \overline{167}^3$$

$$x = 167\left(\frac{4332}{265}\right)^{\frac{2}{3}} = 1075.$$

Or, le demi grand axe de l'orbite du satellite rétrograde est

(1) Poincaré, *Les hypothèses cosmogoniques*, p. 183.

égal à 357 seulement, et en tenant compte de l'excentricité de l'orbite, la distance de ce satellite à la planète ne dépasse jamais 486 (1). Le point où aurait eu lieu l'égalisation des durées est donc au delà de l'orbite du satellite rétrograde.

Pour faire cesser cette anomalie, il faut admettre que, pendant l'inversion de la rotation, la loi de condensation du globe a brusquement changé du tout au tout. Il n'a même pas suffi que, tout en se contractant, le globe soit resté homothétique à lui-même. On aurait eu alors

$$\omega R^2 = \text{constante},$$

et, en faisant le calcul avec le même septième satellite, la distance serait donnée par l'équation

$$\frac{2\pi x^2}{4332} = \frac{2\pi}{265} \times 167^2.$$

$$x = 167\sqrt{\frac{4332}{265}} = 673.$$

Ce chiffre est un minimum, car, pendant que le rayon du globe passait de la grandeur x à la grandeur 167, la marée solaire a fait décroître le moment de rotation. On devrait écrire

$$\frac{2\pi x^2}{4332} > \frac{2\pi}{265} \quad 167^2.$$

Le même calcul, appliqué au système de Saturne, donnerait, en prenant le huitième satellite pour terme de comparaison,

$$x = 58{,}91\sqrt{\frac{10\,759}{79{,}33}} = 683,$$

chiffre bien supérieur à la distance du satellite rétrograde, 214.

Les invraisemblances que la théorie de l'inversion des rotations introduit dans le mode de condensation des globes planétaires sont mises en évidence à l'aide des tableaux suivants :

(1) Les distances sont exprimées en unités du demi-diamètre équatorial de la planète.

Système de Jupiter

Nos	R	t	θ	$\alpha - \frac{\theta}{t}$	
Vme	2,55	0j,498	2j,6823	5,386	direct
I	5,906	1,769	14,389	8,134	id.
II	9,397	3,5512	36,425	10,257	id.
III	14,989	7,1545	92,6764	12,95	id.
IV	26,364	16,689	286,71	17,18	id.
VI	160	251	10560	42,07	id.
VII	167	265	11504	43,41	id.
VIII	357	789	52573	66,63	Rétrograde

Système de Saturne

Nos	R	t	θ	$\alpha - \frac{\theta}{t}$	
I	3,07	0j,9424	4j,0188	4,2644	direct
II	3,94	1,3702	6,6192	4,8309	id.
III	4,87	1,8878	10,1126	5,3568	id.
IV	6,25	2,727	16.656	6,1079	id.
V	8,73	4,5175	32,497	7,1936	id.
VI	20,22	15,9455	174,33	10,933	id.
VII	24,49	21,2766	255.74	12,02	id.
VIII	58,91	79,33	1429,77	18,653	id.
IX	214	550,44	19083	34,67	Rétrograde

R est le rayon de l'orbite du satellite, exprimé en unités du demi-diamètre équatorial de la planète.

t le temps de la révolution du satellite, qui était aussi le temps de la rotation du globe de rayon R.

θ le temps de la rotation supposée d'un globe planétaire de rayon R, homothétique à la planète actuelle (1).

α le coefficient de la condensation, $\frac{\theta}{t}$.

Remarquons d'abord que, s'il n'y a pas de marée, comme cela a lieu dans le système solaire, le moment de rotation du globe qui se contracte est constant. Il est égal à

$$\frac{2\pi}{\theta} I. \times$$

(1) C'est-à-dire à l'intérieur duquel la loi de variation des densités n'aurait pas changé.

I est le moment d'inertie du globe homothétique supposé, lequel est lui-même proportionnel à MR^2.

On a donc

$$(2) \qquad \frac{2\pi}{\theta} \times MR^2 = \text{constante}.$$

D'après la troisième loi de Kepler, on a aussi

$$\frac{4\pi^2}{t^2} \times R^3 = \text{constante};$$

par suite

$$\frac{Rt^2}{\theta^2} = \text{constante}$$

ou

$$(3) \qquad \alpha^2 = KR.$$

C'est l'équation d'une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe des R.

Elle est vérifiée par les valeurs de α et de R données dans les tableaux précédents pour les systèmes de Jupiter et de Saturne; elle le serait aussi pour le système solaire qui n'a pas subi l'action retardatrice des marées (1). Donc, de deux choses l'une : Ou la loi de contraction restant la même pour tous les systèmes, l'influence des marées a été négligeable dans les systèmes planétaires; ou bien, dans ces derniers systèmes, la rotation, retardée par la marée, a été accélérée par une condensation

(1) Pour le système solaire, la formule ne s'applique pas aux grosses planètes. En effet l'équation (2) n'est qu'approchée. Ce qui est constant ce n'est pas le moment de rotation de la nébuleuse proprement dite, séparée de ses anneaux; c'est celui du sysfème tout entier. Dans les systèmes planétaires, les moments des satellites peuvent être négligés; le plus grand de tous, de beaucoup, pour le système de Saturne est celui de Titan, le sixième satellite; il ne dépasse pas la 100e partie de celui de la planète, les autres sont insignifiants. Mais, dans le système solaire, la presque totalité du moment de rotation (0,966) est déterminée par le mouvement des quatre grosses planètes. A partir des planètes télescopiques jusqu'à Mercure, le moment de rotation de la nébuleuse solaire ne diffère pas beaucoup de celui du système ainsi réduit.

L'équation (2) s'appliquerait presque rigoureusement au système de Saturne, si, après le cinquième satellite, on augmentait la constante de $\frac{1}{100}$ environ. Cela n'aurait d'autre effet que de modifier un peu la parabole $\alpha^2 = KR$ sans rien changer à nos raisonnements.

plus prononcée. On sait, en effet, que la masse totale des planètes ne dépasse pas la $\frac{1}{700^e}$ partie de celle du Soleil. C'est dire que, pendant le cours de sa contraction, la nébuleuse solaire s'est trouvée très près de la limite au-dessous de laquelle la force centrifuge équatoriale ne peut plus équilibrer la pesanteur (1). Un faible retard apporté à la rotation eût arrêté complètement la formation des anneaux. C'est ce qui aurait dû arriver, sous l'influence des marées, dans les systèmes planétaires. Puisqu'il y a des satellites, dont la masse totale est, dans chaque système, relativement insignifiante, tout comme celle des planètes par rapport au Soleil, il faut supposer qu'un mode de condensation, approprié à chaque système, a permis à la rotation de s'accélérer exactement de la quantité dont elle était retardée par l'action variable des marées.

Cette supposition est bien invraisemblable, et il y a plutôt lieu de croire, comme le dit d'ailleurs Poincaré, que, au moins dans

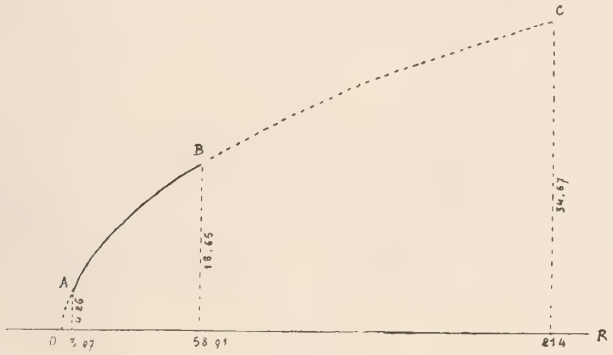


Fig. 5

la période de rotation directe, l'action des marées a été insignifiante. Le mouvement des satellites intérieurs qui, dans chaque système, circulent presque tous dans un même plan, confirme cette manière de voir. Le système de Saturne, dont nous allons nous occuper plus spécialement, contient, il est vrai, un satellite dont l'orbite s'écarte d'environ dix degrés du plan de circulation des sept autres. Si cette déviation était due à la marée, ce seraient naturellement les orbites des satellites intérieurs,

(1) Surtout après la séparation des quatre grosses planètes.

formés les derniers, qui s'approcheraient le plus du plan des rotations directes. Or, c'est le contraire qui a lieu. On doit en conclure que la différence d'inclinaison des orbites est indépendante des marées.

Traçons la parabole

$$\alpha^2 = KR$$

pour le système de Saturne.

K est le quotient de la durée de rotation de Saturne, 0j,4264, par le temps de la révolution d'un satellite circulant à la distance R = 1, élevé au carré.

$$K = \left(\frac{0,4264}{0,1755}\right)^2 = (2,43)^2$$

Cette parabole est figurée en traits pleins dans toute la partie correspondant à la région des satellites directs, entre les distances 3,07 et 58,91. Au delà elle est prolongée fictivement jusqu'à l'orbite du satellite rétrograde, R = 214. D'après ce que nous venons de dire, on peut admettre que la partie pleine répond à une réalité (1).

L'inversion des rotations a eu lieu en un point compris entre 58,91 et 214. La rotation, après avoir été annulée, a été ramenée au sens direct par la marée jusqu'à ce que sa durée T fût égale au temps de la révolution. A partir de ce moment, la marée s'est effacée devant la contraction. Si on désigne par β le coefficient de condensation à l'époque de l'égalisation des durées, on a

$$\beta = \frac{\theta}{T}.$$

θ est le temps de la rotation de Saturne multiplié par le carré du rayon du globe à la même époque ;

T est une constante, égale pour Saturne à 10759 jours.

On a donc :

$$\beta = \frac{0,4264}{10759} R^2$$

ce qui est encore l'équation d'une parabole dont l'axe est perpendiculaire à celui de la première.

(1) L'échelle des α est quadruple de celle des R.

Nous venons de dire que R doit être compris entre 58, 91 et 214, mais pratiquement ses limites sont beaucoup plus étroites. En effet, β ne peut pas descendre au-dessous de la valeur qui donne l'homogénéité ; on aurait alors des densités décroissantes de la surface au centre. Si le globe actuel de Saturne était homogène, le moment d'inertie serait

$$I = \frac{2}{5} M a^2 \quad (1)$$

et le coefficient β, qui représente la condensation relative du globe homothétique à Saturne, ne pourrait pas descendre au-dessous de l'unité. La limite inférieure serait alors

$$R = \sqrt{\frac{10759}{0,4264}} = 158,85.$$

Mais il est probable que les grosses planètes, Jupiter et Saturne, en partie gazeuses et encore chaudes, sont très condensées. La formule

$$\rho = \frac{K}{r^2}$$

qui représente la variation de densité à l'intérieur d'une sphère gazeuse soumise à la loi de Mariotte et en équilibre isotherme, leur paraît grossièrement applicable ; elle s'accorde d'une façon très satisfaisante avec les aplatissements observés. Le moment d'inertie d'une telle sphère est

$$I = \frac{2}{9} M a^2 \quad (2)$$

β peut alors descendre jusqu'à $\frac{5}{9}$ et

$$R = 158,85 \frac{\sqrt{5}}{3} = 118,4.$$

(1) a est le rayon équatorial de Saturne.

(2) $$I = \frac{8\pi}{3} \int_0^a \rho r^4 dr = \frac{8\pi}{3} \int_0^a K r^2 dr = \frac{8}{9} \pi K a^3$$

et $$M = 4\pi \int_0^a \rho r^2 dr = 4\pi K a,$$

d'où $$I = \frac{2}{9} M a^2.$$

Si nous portons maintenant sur une même figure les deux paraboles,

$$\alpha^2 = (2,43)^2 R$$

et

$$\beta = \frac{0,4264}{10759} R^2 = 0,00003963 R^2$$

nous voyons que le coefficient de condensation a passé successivement par toutes les valeurs répondant aux ordonnées d'une courbe telle que ZXMBA (Fig. 6).

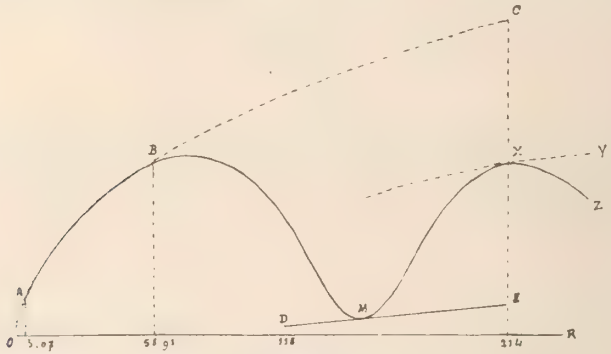


Fig. 6

En effet, si on remonte le cours du temps à partir du point A, cette courbe se confond d'abord avec la parabole

$$\alpha^2 = (2,43)^2 R.$$

Au delà du point B (R = 58,91) elle s'abaisse de manière à rejoindre quelque part vers M la parabole

$$\beta = 0,00003963 R^2 \text{ (1)}$$

dont la partie utilisable est l'arc DE compris entre les distances 118 et 214. Elle se relève ensuite jusqu'à un certain point X (R = 214) qui dépend de l'influence attribuée aux marées sur le ralentissement de la rotation rétrograde.

(1) Elle doit même passer un peu en-dessous, puisque de M à B la marée ralentit la rotation.

S'il y avait d'autres satellites au delà du point X, et en l'absence de marées, les variations antérieures de α seraient encore représentées par l'arc XY d'une parabole ayant OR pour axe. Puisque le premier satellite formé se trouve à hauteur de X, il faut en conclure que dans le trajet correspondant à YX, à mesure que R diminuait, le produit $\omega^2 R^3$ augmentait. Pendant le même temps, le moment de rotation $\frac{\omega M R^2}{\alpha}$ était diminué par la marée. Pour ces deux causes, le rapport $\frac{\alpha^2}{R}$ allait en croissant, ce qui veut dire que, au lieu de décroître lentement, comme les ordonnées de l'axe de parabole YX, la condensation suivait une marche ascendante ZX.

On obtiendrait une courbe semblable pour le système de Jupiter.

L'examen de ces courbes montre que dans l'intervalle relativement court compris entre les orbites de sens opposé, la marée étant insuffisante pour inverser les rotations, l'effet désiré doit être demandé au mode de condensation du globe. Pendant la période rétrograde, la condensation augmente d'abord et diminue ensuite, le globe se gonfle, pour ainsi dire, intérieurement, accentuant par l'augmentation du moment d'inertie, le ralentissement occasionné par la marée ; puis lorsque l'effet à été obtenu, c'est-à-dire aussitôt après que la rotation, d'abord annulée, s'est engagée dans le sens direct, le globe se dégonfle brusquement, jusqu'à ce que la rotation, accélérée par ce fait, provoque la séparation d'un anneau équatorial ; alors la condensation reprend un cours normal.

D'après Poincaré, Faye, en proposant sa théorie cosmogonique, se préoccupe, comme l'a fait Laplace, d'expliquer la faiblesse des inclinaisons et des excentricités des orbites planétaires, *et il est bien décidé à donner les coups de pouce nécessaires pour obtenir ce résultat* (1). Les défenseurs obstinés de l'hypothèse de Laplace paraissent fermement résolus à faire de même.

IV

Voici, enfin, une preuve actuelle de l'inexactitude de la théorie des marées.

Au début de la formation, l'équateur du globe planétaire ne coïncidait sans doute pas exactement avec le plan de l'orbite, et

(1) Poincaré, *Les hypothèses cosmogoniques*. Préface.

l'action de la marée qui s'exerçait dans ce dernier plan, en même temps qu'elle ralentissait la rotation, faisait basculer l'équateur. C'est, du moins, ce que fait supposer la progression décroissante formée par les inclinaisons des axes des quatre grosses planètes, de Neptune à Jupiter.

	Neptune	Uranus	Saturne	Jupiter
Inclinaison des axes	142°	98°	28°	2°

« Si les planètes les plus extérieures (Uranus et Neptune), dit Poincaré, ont une rotation rétrograde, c'est sans doute que leur très grand éloignement a rendu la marée solaire très faible et insuffisante à produire la rotation directe. » Leur équateur s'est arrêté dans son mouvement de bascule avant d'avoir pu faire même un quart de tour. Les traces de cette déviation devraient être visibles dans les systèmes planétaires qui ont eu des satellites formés au cours de l'inversion. Les orbites actuelles de ces satellites jalonnent les emplacements successifs occupés par l'équateur du globe aux époques de formation. C'est dire que les inclinaisons de ces orbites doivent décroître de l'extérieur au centre, exactement comme décroissent les inclinaisons des équateurs planétaires de Neptune à Jupiter.

C'est, en effet, ce qui se présente pour les satellites de cette dernière planète ; les inclinaisons de leurs orbites décroissent avec le rayon depuis 149 jusqu'à 2 degrés. Mais il en est tout autrement pour le système de Saturne (fig. 7).

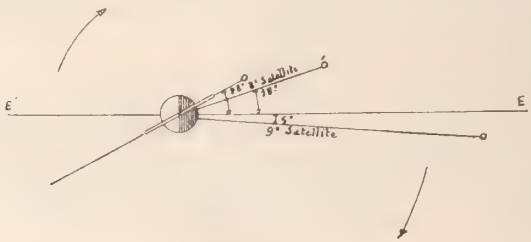


Fig. 7

L'inclinaison de l'équateur de la planète, de l'anneau et des sept premiers satellites est de 28 degrés environ ; celle du huitième s'abaisse à 18 degrés ; vient enfin le satellite rétrograde à l'inclinaison de 175 degrés.

Pour passer du sens rétrograde au sens direct, l'équateur du globe, qui coïncidait primitivement avec l'orbite du neuvième

satellite, a dû tourner dans le sens des flèches. Il est allé jusqu'à 18 degrés de l'écliptique, faisant ainsi presque un tour entier ; après s'être arrêté pendant la formation du huitième satellite, il est revenu de 10 degrés en arrière jusqu'à l'inclinaison définitive de 28 degrés. Ce retour en sens rétrograde est absolument inexplicable.

On peut en dire autant du système Terre-Lune dans lequel l'orbite du satellite formé au cours de l'inversion est cependant de 18 degrés moins inclinée sur l'écliptique que l'équateur de la planète (5° au lieu de 23°).

Pour la Terre, il y a une autre difficulté. La limite de son atmosphère est celle où la force centrifuge jointe à l'attraction solaire contrebalance l'attraction terrestre. A l'époque de la formation de la Lune, c'est-à-dire lorsque la nébuleuse terrestre tournait sur elle-même en 27 jours 3, durée de la révolution de la Lune, cette limite atteignait juste la distance de la Lune. Dans le calcul de cette limite, c'est l'attraction relative du Soleil qui intervient, c'est-à-dire la différence entre l'attraction exercée à la surface et l'attraction exercée au centre de la nébuleuse. Cette attraction relative augmentant rapidement avec le rayon, pour que la nébuleuse puisse dépasser l'orbite de la Lune, il faut que sa vitesse de rotation diminue dans une forte proportion. Mais, avant la formation de la Lune, la nébuleuse terrestre s'étendait bien au delà de l'orbite actuelle de notre satellite. Il s'est écoulé, en effet, un long temps — au cours duquel la nébuleuse a diminué de volume — depuis l'origine, où la rotation était rétrograde, jusqu'à l'époque de l'inversion. Il a fallu ensuite que la rotation devînt suffisamment rapide pour provoquer l'abandon de l'anneau générateur de la Lune. En se reportant à ce qui été dit au numéro précédent, on voit aisément que le coefficient de condensation du globe terrestre a dû croître très rapidement pour atteindre le chiffre de 27 environ, au moment de la formation de la Lune, puis redescendre ensuite jusqu'à sa valeur actuelle, $\frac{29}{13}$ (1).

Il peut paraître singulier qu'un anneau de masse relativement

(1) Ces chiffres représentent la condensation d'un globe par rapport à une sphère homogène ayant pour coefficient l'unité. Le moment de rotation du système Terre-Lune est calculé d'après la formule de variation de densité à l'intérieur de la Terre donnée par l'ANNUAIRE du Bureau des Longitudes et en tenant compte du mouvement de la Lune sur son orbite.

grande, comme celui qui a donné naissance à la Lune, se détache à l'époque où la condensation passe par un maximum. C'est une des nombreuses inconséquences de l'hypothèse de Laplace.

V

Il semble donc bien prouvé que la théorie des marées n'explique pas la rotation directe des planètes. On peut même aller plus loin et montrer que, selon toute vraisemblance, les marées solaires ont été insignifiantes et incapables d'altérer sensiblement la direction des équateurs planétaires.

L'intensité des marées produites par le Soleil sur les couches successives d'une masse globulaire dépend du rayon de chaque couche. L'action retardatrice s'exerce plus fortement sur les couches extérieures qui sont à la fois plus mobiles et plus allongées que les autres. Ces marées internes sont accompagnées de frottements qui, d'après Poincaré, finiront par rendre égales la durée de rotation et la durée de révolution. Mais le temps nécessaire à l'égalisation des mouvements à l'intérieur de la masse est énorme. Poincaré a calculé que pour réduire, par le frottement, de moitié, une différence de vitesse dans la nébuleuse solaire étendue jusqu'à l'orbite de Neptune, il aurait fallu au moins

$$10^{22} \text{ années (1).}$$

Pour arriver au même résultat dans le système de Jupiter dont les dimensions sont environ les $\frac{5}{1000^e}$ de celles du système solaire, il faudrait encore

$$25 \times 10^{16} \text{ années.}$$

Mais il ne s'agit pas seulement de réduire de moitié une différence de vitesse; il faut d'abord annuler cette vitesse et ensuite la changer de sens. C'est dire qu'il s'est écoulé un chiffre d'années fantastique depuis le temps où la rotation était rétrograde jusqu'à l'époque de sa régularisation complète en sens direct. Comme ce changement a été accompagné d'une déviation de l'axe qui augmentait encore le désordre intérieur, et comme,

(1) Poincaré, *Les Hypothèses cosmogoniques*, p. 29.

en outre, après l'inversion, la contraction, pour l'emporter sur la marée, a pris une allure assez rapide (1), on doit supposer qu'au moment de la formation des satellites directs la rotation du globe planétaire était loin d'être uniforme. Sans parler de la difficulté de comprendre la formation des anneaux à l'équateur d'une nébuleuse en agitation perpétuelle et surtout celle des anneaux intérieurs de E. Roche, on peut dire au moins que les satellites issus de ces anneaux auront des orbites excentriques et diversement orientées. Il en est déjà ainsi dans le système solaire, dont aucune marée n'a troublé la formation. Les orbites de Mars et de Mercure sont très excentriques ; celles de Mercure et de Vénus ont des inclinaisons assez fortes, 7 et 3 degrés. L'équateur du Soleil lui-même a été entraîné dans la déviation de l'orbite de Mercure.

Combien est différent l'aspect des systèmes planétaires ! Pour les satellites rapprochés les orbites sont presque circulaires et s'écartent à peine du plan de l'équateur de la planète. A ce point de vue le système de Jupiter qui, ayant effectué un demi-tour complet, devrait avoir été plus profondément troublé, est remarquable. La plus grande excentricité est de 0,007 pour le quatrième satellite et les inclinaisons des orbites des cinq premiers sont comprises entre 0° 2′ et 0° 28′.

Laplace attribue cette régularité à ce que les satellites ont pu circuler un certain temps à l'intérieur de l'atmosphère de Jupiter ; mais il entendait parler d'une atmosphère absolument calme. S'il est vrai que l'influence d'un pareil milieu diminue les excentricités, la circulation prolongée à l'intérieur d'une atmosphère agitée ne peut que déformer et disperser les orbites.

En résumé, s'il avait existé des marées solaires, capables d'agir sur la formation des systèmes planétaires, ceux-ci ressembleraient plus ou moins au système solaire réduit aux seules planètes télescopiques.

Cᵉˡ DU LIGONDÈS

(1) Cela résulte d'ailleurs de l'examen des courbes de condensation.

III

LES

MONDES PRÉSENTS, PASSÉS OU FUTURS (1)

—

Que n'a-t-on pas dit, que n'a-t-on pas écrit, notamment depuis une soixantaine d'années, sur l'*habitabilité* (mot nouveau employé pour exprimer une idée nouvelle) soit réelle, soit au moins possible, des « astres errants » comme disaient les anciens désignant ainsi la Lune et les planètes ?

De l'observation rigoureuse des faits, sur laquelle seule, en cosmologie, peut légitimement s'appuyer une hypothèse scientifique, beaucoup s'inquiétaient peu. Et quand on leur objectait naguère l'ensemble extrêmement complexe des conditions nécessaires à la vie organique observées sur notre planète, ils énonçaient cet argument, à leurs yeux triomphant, que les poissons, s'ils étaient doués de raison, ne pourraient admettre que la vie fût possible hors de l'eau et en concluraient que le sol non immergé est nécessairement désert. Ce qui veut dire que les conditions de la vie peuvent varier à l'infini, et que l'on peut concevoir des formes d'existences organiques absolument différentes de celles qu'il nous est donné d'observer.

Argument plus spécieux que probant.

Observons d'abord qu'à abandonner le terrain des faits constatés pour se lancer dans les nuées de tout ce qui se peut concevoir, autrement dit, dans tous les caprices et fantaisies de l'imagination, on sort absolument du domaine scientifique pour se cantonner dans celui de la fable et des contes de fées.

En second lieu, s'il est vrai que les conditions de la vie offrent une grande élasticité — et nous en avons sur terre, principalement parmi les micro-organismes, des exemples fort remarquables — cette élasticité ou variabilité est cependant renfermée dans certaines limites. L'animal aquatique, pas plus que l'animal terrestre, ne peut se passer d'oxygène, d'hydrogène, de carbone, d'azote... Tout comme le second ne saurait vivre sans eau, le

(1) D'après l'abbé Moreux, *Les autres mondes sont-ils habités ?* 1 vol., in-12, s. d., Paris, Scientifica.

premier ne peut pas davantage vivre sans air ; il est pourvu, pour l'introduire dans son organisme et le vivifier, d'un appareil différent et approprié au milieu où il vit ; mais il n'en respire pas moins. Faites le vide pneumatique sur un bocal plein d'eau et contenant des poissons en pleine vitalité, et vous les verrez bientôt tous asphyxiés.

Sous des formes différentes il en est de même pour les plantes : au règne végétal comme au règne animal, l'air et l'eau sont, dans des proportions diverses, de nécessité absolue.

Il y a également les conditions de température entre des limites très rapprochées, et qui le sont d'autant plus que la bête ou la plante est plus élevée en organisation. Seul l'*animal rationale*, l'homme, grâce aux merveilleuses ressources d'adaptation de son organisme, et un peu aussi à l'aide de son industrie, parvient à élargir ces limites. Aussi a-t-il pu se répandre sur le globe entier, dans les régions polaires comme dans les zones tropicales et tempérées (1), ce qui n'a été possible à aucune autre espèce animale ou végétale.

D'autres partisans systématiques de l'habitabilité des astres posent comme un dogme que partout où se trouvent réunies les conditions propres à entretenir la vie, celle-ci apparaît. C'est là confondre le possible avec le réel ; car de ce qu'une chose est en soi possible, il ne résulte à aucun égard qu'elle soit réalisée. Peu nous importe d'ailleurs. Si cette donnée est arbitraire, du moins n'est-elle pas antiscientifique, et place-t-elle la question sur son vrai terrain, à savoir :

Pour qu'un astre soit habitable, il faut que les conditions indispensables à la vie organique s'y trouvent réunies.

I

LES ASTRES INHABITABLES

C'est sur cette base que nous examinerons, avec le savant abbé Moreux, ce que la science acquise, en cette treizième année du XXe siècle, permet de supposer.

Remarquons d'abord que, l'observation spectroscopique ayant

(1) Nous n'entrons pas ici, avec notre auteur, dans les détails techniques sur les micro-organismes pouvant vivre quelques instants les uns à un froid de 200° sous zéro, d'autres à une température dépassant 150° au-dessus. Négligeons aussi l'étude des conditions de vie et de développement de la cellule organique, afin de ne pas sortir des données générales.

permis de déterminer l'âge relatif des étoiles, les astronomes de ces derniers temps ont pu constater que notre Soleil est, comme par exemple Arcturus, une étoile vieillissante. Il est vrai que pour cette catégorie d'êtres, les âges n'ont aucune commune mesure avec ceux de notre éphémère existence : les unités n'y sont pas des années, mais des millions d'années. Encore quelques dizaines de ces millions, dit M. Moreux, et les taches que nous constatons accidentellement sur l'astre du jour, « se feront plus nombreuses, une écorce solide couvrira sa surface ; il aura perdu sa place parmi les étoiles. Soleil noir et invisible, il n'en continuera pas moins sa course à travers l'immensité » (1).

Ainsi en a-t-il été de la Terre durant un beaucoup moins grand nombre de millions d'années : petit Soleil éteint aujourd'hui, elle est vivifiée actuellement par le Soleil brillant encore mais déjà sur le déclin, né de la même nébuleuse qu'elle même. Et qui sait si la Lune, notre unique satellite, ne fut pas, au temps où notre globe était encore un petit Soleil, centre de lumière et de chaleur, une petite Terre, animée d'un mouvement giratoire plus rapide qu'aujourd'hui, chauffée et éclairée par ce petit soleil, et séjour de la vie physiologique sous toutes ses formes ?

Ce n'est là, ce ne sera jamais qu'une conjecture, mais elle est rationnelle et n'a rien d'antiscientifique.

Quoi qu'il en soit de ce qui a pu être dans le passé, il est certain que cet astre se présente aujourd'hui dans des conditions toutes différentes. Son mouvement giratoire autour de son axe s'est ralenti au point de devenir égal à son mouvement de translation autour de la Terre, en sorte qu'il présente à celle-ci toujours la même face, comme le cheval de cirque présente toujours le même flanc à l'écuyer qui le dirige du centre du manège. D'autre part, aucune manifestation atmosphérique ne vient plus s'exercer sur cette surface aux reliefs prodigieusement accentués, aux cratères énormes, aux cavités profondes, résultat sans doute des dernières convulsions géologiques — ou plus exactement *sélénologiques* — qui la boursouflèrent aux temps lointains des dernières convulsions de sa vie planétaire.

Pendant des jours valant quinze des nôtres et alternant avec des nuits d'égale durée, l'astre que ne protègent aucune nuée, aucune trace d'humidité, aucune enveloppe gazeuse appréciable, passe alternativement d'une température bien supérieure

(1) *Les autres mondes...*, p. 37.

à celle que présente chez nous l'eau bouillante à un froid de 260 degrés.

Aucun organisme vivant, si élémentaire, si microscopique qu'on le suppose, ne saurait s'accommoder de conditions pareilles.

Le pourtour de la Lune n'est donc aujourd'hui qu'un vrai désert, une surface cadavérique, la surface d'un astre mort, et même, peut-on dire, où la décomposition a commencé son œuvre : les fendillements nombreux que l'on observe sur l'écorce lunaire, les failles gigantesques et les rayonnements divergents des grands cratères, sont sans doute l'effet des variations de température de plus de 360 degrés que subit la surface de l'astre dans ses alternatives de jour et de nuit valant quinze de nos jours et autant de nos nuits (1).

Aucune des conditions de la vie organique ne se rencontre donc sur notre Satellite.

De la Lune, qui n'est qu'un satellite, passons à la première des planètes, à celle qui circule le plus près de l'astre central, Mercure, « mondicule perdu dans les feux du Soleil, et dont le diamètre ne dépasse pas 4500 km. », soit un peu plus du tiers du diamètre de notre globe, en sorte qu'elle est 23 fois plus petite que lui, elle est en même temps près de trois fois plus rapprochée de la fournaise solaire.

De savants physiciens, appuyés sur une loi proposée par Stéfan, vers 1880, ont calculé que la température *moyenne*, à la distance où Mercure est du Soleil (58 millions de kilomètres), n'est pas inférieure à 200 degrés centigrades. Nous disons : température *moyenne*, parce que vu l'excentricité relativement grande de l'orbite de Mercure, décrivant une ellipse beaucoup plus allongée que celle de l'orbite terrestre, la planète subit deux fois, dans sa courte année de 88 jours, une variation de 40 degrés en plus ou en moins, passant ainsi de 160 à 240 degrés. A de telles températures toute trace d'eau serait vaporisée, et dans les dépressions du sol couleraient des fleuves et des rivières de soufre et d'étain à l'état de fusion.

Encore supposons-nous ici ce que l'on ignore, à savoir que, sur la planète, les ardeurs du jour pourraient être tempérées par la fraîcheur relative (oh ! très relative) des nuits. Pour que cela eût lieu, il faudrait que le globe mercurien exécutât sa rotation autour de son axe dans un temps très sensiblement inférieur

(1) Abbé Moreux, *op. cit.*

à celui de sa révolution circumsolaire. Or M. Schiaparelli, le grand astronome italien, a cru pouvoir émettre l'opinion que l'un et l'autre mouvement s'exécuteraient dans la même durée, un hémisphère de la planète se trouvant ainsi éternellement exposé aux feux incessants du foyer central, l'autre restant plongé à tout jamais dans la nuit sous un froid de 265 degrés, tandis que le point le plus chaud de l'hémisphère éclairé atteindrait 400 degrés, plus haut que le point de fusion du bismuth et du plomb.

Les très grandes difficultés qu'oppose à l'observation de Mercure son trop grand rapprochement du Soleil, ne permettent pas de trancher la question. En réalité nous ne savons rien de la durée du mouvement rotatoire de cet astre. Mais quel qu'il soit, un si grand rapprochement du Soleil d'une part, d'autre part l'absence totale d'atmosphère que les astronomes croient avoir constatée, établissent d'une manière certaine que Mercure n'est pas une planète habitable, et de plus qu'elle ne le fut jamais. Car, à une époque plus reculée, quand l'astre qui nous chauffe et nous éclaire était dans la force de l'âge et ne vieillissait pas encore, il était plus chaud qu'à présent et rendait sur Mercure la vie plus impossible encore. D'ailleurs la faiblesse de sa masse et de son volume a raccourci considérablement la durée de son évolution ; et ayant depuis bien longtemps perdu sa chaleur interne, il est, comme la Lune, un astre mort.

A la suite de Mercure, en s'éloignant de l'astre central, viennent Vénus, la Terre et Mars. De la Terre nous savons assez qu'elle est habitée et comment elle l'est ; mais remarquons que le temps où l'homme y est apparu, si lointain qu'on veuille le supposer, n'est que bien peu de chose devant les nombreux millions d'années que les évaluations les plus motivées des géologues et des paléontologistes assignent à l'existence de la vie végétale et animale durant les longues ères primaire, secondaire et tertiaire.

De nos deux voisines nous nous occuperons un peu plus tard.

De Mercure donc, faisons, avec M. l'abbé Moreux, « un bond formidable de plus de 700 millions de kilomètres, pour arriver à la septième des grosses planètes » (1).

(1) Il n'est pas question, dans l'ouvrage de M. l'abbé Moreux, des six ou sept cents minuscules planètes, dites télescopiques, sans doute parce que vu l'exiguïté du volume et de la masse de chacune d'elles (le diamètre de la plus forte, et de beaucoup, ne dépasserait guère la distance de Paris à Lyon), leur

C'est d'abord l'énorme Jupiter avec ses huit satellites, dont le principal, Ganymède, presqu'aussi volumineux que la planète Mars, l'est beaucoup plus que Mercure. Lui-même, l'astre Jovien, ne représente pas moins de 1295 fois le volume de la Terre, mais seulement 318 fois sa masse ; en sorte que sa densité est notoirement inférieure à celle du globe terrestre et ne dépasserait pas beaucoup celle de l'eau (1,36) (1). Si, dit notre auteur, « on tient compte des pressions formidables supportées par les couches intérieures, on arrive à cette conclusion certaine que Jupiter est un globe entièrement gazeux, tout comme le Soleil dont la densité est presque la même », conclusion que confirme pleinement l'observation télescopique.

Seulement tandis que le Soleil jauni commence à peine à témoigner, par quelques taches bientôt disparues puis se renouvelant incessamment, de la formation des lointains précurseurs de son obscurcissement, Jupiter, lui, incomparablement plus petit, aurait cessé, bien que depuis peu, de luire avec éclat de sa propre lumière. Ce serait une étoile récemment mais à peine éteinte... (*récemment* étant pris dans le sens cosmique, bien entendu, où l'on compte non par années, mais par millions d'années).

Il en serait donc aujourd'hui au point où en était la sphère terrestre lorsque, fluide encore mais déjà assez refroidie pour que son atmosphère cessant d'être pleinement lumineuse, se couvrît de nuées plus ou moins opaques, l'entourant de toute part et comprenant tout à la fois les éléments des airs, des eaux futures et de futurs solides sortant à peine de l'état de fusion. Dans la sphère jovienne, les âges précambrien, archéen, qu'a parcourus la Terre, ne sont pas encore à leur aurore.

C'est une énorme boule fluide en laquelle « des scories moitié solides, moitié liquides, nagent dans un océan de feu » d'un rouge sombre nous renvoyant, avec les rayons qu'il reçoit du Soleil, quelques uns de ceux, bien affaiblis, qu'il émet encore.

Un tel astre ne saurait être habitable, au moins quant à

évolution a été nécessairement très rapide ; si toutefois l'on peut parler d'évolution en des éléments d'une planète qui n'aurait pu parvenir à se former, contrariés que ces éléments auraient été, dans leur tendance à s'agglomérer, par le voisinage de la masse comparativement énorme de Jupiter.

(1) Pour ces dernières données numériques, voir l'ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES POUR 1913, p. 240.

présent. Le sera-t-il jamais ? Dans l'état des connaissances acquises, c'est infiniment peu probable. Que sera notre Soleil dans les millions et millions d'années nécessaires encore à la vaste sphère jovienne pour s'enfermer dans une écorce refroidie assez pour être praticable à la vie ?

Il sera ce que nous disions plus haut : les taches, de plus en plus nombreuses, s'y rejoindront ; à son tour il commencera à s'envelopper d'une écorce opaque. Déjà peu prodigue de ses rayons à un astre aussi éloigné de lui, il lui en enverra bien moins encore, et ni lumière, ni chaleur ne seront suffisantes à entretenir la vie sur ce soleil éteint et froid.

Que dirons-nous de Saturne ? Un peu moins volumineux que son voisin (un peu plus de 745 fois seulement plus gros que la Terre), brillamment entouré de son anneau de poussières étincelantes et de son cortège de dix satellites, cet astre est encore moins avancé dans son évolution planétaire. Il ne constitue jusqu'ici qu' « une mer de bouillantes vapeurs, un amas de gaz à haute température, une atmosphère de fournaise » ! Sa densité moyenne n'atteint pas même celle de l'eau, que Jupiter dépasse un peu ; elle serait comparable à celle du liège ou de la moelle de sureau.

Sur la surface de Saturne, supposée ou devenue solide, les rayons affaiblis du disque brillant, mais très petit que serait le Soleil pour ses habitants imaginaires, n'entretiendraient qu'une température de 176 degrés *sous zéro*.

Pas plus que Jupiter, Saturne n'est donc habitable ni dans le présent ni dans l'avenir, et la même conclusion s'impose pour Uranus et Neptune, encore bien plus éloignés du Soleil et qui, l'un 63 fois, l'autre 78 fois plus gros que la Terre, ne présentent, aux observations les mieux confirmées, que des amas de vapeurs brûlantes et de masse très faible comparativement à leur volume.

Ainsi, ni sur Mercure, ni sur les quatre grosses planètes, il n'y a place, dans l'ordre de la nature, ni pour une vie passée, ni pour une vie présente, ni même pour une vie reléguée dans le plus lointain avenir.

Il y aurait peut-être quelques petites choses à dire sur les satellites de Saturne et de Jupiter, dont notre auteur n'a point parlé. Nous y reviendrons.

II

LES PLANÈTES POUVANT ÊTRE HABITABLES

Retournons maintenant, si vous le voulez bien, à nos deux voisines, Vénus et la planète Mars, entre les orbites desquelles notre globe décrit la sienne. Là, bien qu'à des degrés différents, les conditions de la vie se rapprocheraient, ou pourraient se rapprocher, de celles qui nous sont familières. L'une plus voisine, l'autre plus éloignée du Soleil, elles n'en sont pas séparées par des espaces tels que soit par excès, soit par insuffisance de lumière et de chaleur, la vie en paraisse *a priori* éliminée.

Vénus se présente notamment sous beaucoup de rapports comme très semblable à la Terre. Ses dimensions en volume et en surface, sa densité diffèrent peu de celles de notre globe. Elle possède une atmosphère très apparente et même mesurable, dans certaines positions de l'astre. Un écran continu de nuages brillants l'entoure et ne permet pas toutefois, d'après les propres observations de M. Moreux, à nos regards de parvenir jusqu'à son sol. Quant à la température, étant tenu compte de toutes les particularités climatologiques, « on peut affirmer sans crainte qu'elle ne dépasse pas de 20 degrés, au maximum, la température moyenne de la Terre ». Ce seraient, en de telles conditions, les zones polaires et intermédiaires qui offriraient une « habitabilité », comparable à celle de nos régions tempérées et tropicales, les régions équatoriales astartiennes (1) paraissant moins favorables à la formation et à l'entretien de la cellule, base de toute vie organique.

Tout cela se suit et se lie parfaitement..., mais à une condition, laquelle nous reste à examiner. La rotation de Vénus sur son axe se réalise-t-elle dans un temps court, analogue à notre rotation diurne? Ou bien ne se ferait-elle pas, comme celle de Mercure, dans le même temps que sa révolution circumsolaire? Les astronomes sont partagés sur ce point : du XVIIe siècle au milieu du XIXe, de Cassini à W. Herschel et au P. de Vico, ils ont opiné pour une rotation d'une durée voisine de 23 h. 20 m. Mais, plus récemment M. Schiaparelli et, après lui, M. Lowell, attribuent à cette rotation non plus 23 h., mais bien 225 jours environ!

(1) *Astartienne* d'*Astarté*, un des noms de Vénus.

Si cette dernière conclusion était confirmée, il est évident qu'aucune vie ne serait possible sur une planète exposant perpétuellement le même hémisphère aux torréfiantes ardeurs du Soleil, l'autre étant condamné à une nuit perpétuelle et à une température — ou plutôt à une absence de température (— 268°) voisine du froid absolu. Ici évaporation de toute humidité dans une atmosphère de feu, sans cesse secouée par les plus violentes tempêtes ; là les éléments mêmes de l'atmosphère liquéfiés et coulant en fleuves dans des vallées de glaces, si même ils n'étaient solidifiés.

Hâtons-nous d'ajouter que les plus récentes observations, celle de l'astronome allemand Wislicenus, de l'astronome russe Bélopolsky, de M. l'abbé Moreux lui-même, tendent beaucoup plus à attribuer à Vénus une rotation de durée analogue à celle de la Terre (1).

Quoi qu'il en soit, il convient d'être très circonspect sur le cas des problématiques habitants de Vénus, et de ne pas se lancer dans l'hypothèse d'une flore et d'une faune astartiennes semblables à celles qui caractérisent, sur notre globe, l'ère géologique dite *secondaire*, comme on l'a fait dans un article des Lectures pour tous (2). L'auteur de cet article suppose, d'après ce qu'il appelle « les dernières hypothèses des savants », que Vénus se serait formée après la Terre, tandis que, d'après des théories cosmogoniques plus récentes, la formation des deux planètes aurait été à peu près simultanée.

La vérité est que, touchant les habitants possibles de Vénus, on ne sait rien et, ne pouvant faire pénétrer les regards au delà de l'atmosphère nuageuse qui l'entoure, on ne peut rien savoir.

Il ne nous reste plus à envisager, parmi toutes les planètes de notre système solaire, que notre seconde voisine, la planète Mars.

Ici abondent, en même temps que les différences, les analo-

(1) Ce ne serait que justice de rappeler que le regretté Bouquet de la Grye, dans une notice publiée par l'Annuaire du Bureau des Longitudes, de l'an 1907, et très fortement motivée, conclut dans le même sens. Dans l'hypothèse de Schiaparelli, il est probable que Vénus aurait, comme la Lune, un mouvement de *libration* permettant aux bords de l'astre d'être alternativement exposés au Soleil et privés de ses rayons. On peut, à toute rigueur, concevoir que des êtres vivants pourraient vivre et se développer dans ces deux zones étroites de la planète.

(2) Article reproduit par le journal Le Soleil, du 7 octobre 1912.

gies avec notre propre résidence sublunaire. Quatrième planète dans l'ordre des distances au Soleil, Mars arrive immédiatement après la Terre. « Son diamètre est à peu près deux fois moindre que celui de notre globe, et son volume 6 1 2 plus faible... Les années y sont deux fois plus longues que chez nous ; et comme l'axe de Mars offre à peu près la même inclinaison que celui de la Terre, il y a le même rapport entre la chaleur de l'été et le froid de l'hiver » (1).

Il est établi d'une manière certaine que Mars est entouré d'une atmosphère. On y voit, à la faveur du télescope, sur de grandes étendues, des teintes différentes. Les régions polaires y sont alternativement couvertes d'une couche blanche — sans doute de neige — qui disparaît à la saison d'été et reparaît en hiver.

Les jours martiens, d'une durée toute voisine des nôtres, sont de 24 heures 37 minutes et quelques secondes.

Où se manifeste une différence assez sensible, c'est dans la densité, bien plus faible en Mars que sur la Terre, en sorte que la pesanteur y est presque 3 fois moindre. Un être humain — ou quelconque — pesant sur Terre 75 kilos, n'en pèserait que 28 en terre martienne.

Enfin l'on a pu tracer des cartes très détaillées de Mars montrant des continents, des mers, des détroits, des réseaux de canaux rectilignes, etc., auxquels nous reviendrons.

Avec ces données, dont toutes sont loin d'être certaines, (sur l'interprétation desquelles les astronomes ne sont pas tous d'accord, dont quelques-unes même ont été reconnues fausses), la littérature des imaginatifs et des vulgarisateurs à bon compte, s'en est donnée à cœur-joie, surtout à la suite de la dernière opposition de la planète. Notre auteur avoue que si, par ses observations personnelles et son étude minutieuse et attentive de la planète, il n'eût eu aucune opinion « sur un aussi passionnant sujet », il lui eût été difficile de se faire, « à l'aide de cette littérature envahissante, une idée, même approchée, de ce qui existe sur cette terre sœur de la nôtre » (2).

Et cependant, de tous les articles de vulgarisation publiés en France, à la connaissance de M. l'abbé Moreux, depuis la dernière opposition, *un seul* provenait d'un astronome ayant lui-même observé Mars, et consciencieusement, pendant des années !

(1) *Op. cit.*, p. 78-79.
(2) *Op. cit.*, p. 77.

Pour asseoir des inductions plausibles sur ce qui peut se passer sur cette terre voisine de la nôtre, il faut donc s'appuyer sur les faits dûment constatés et sur leur interprétation par les savants compétents.

Passons sur un historique détaillé, donné par M. l'abbé Moreux, de l'étude astrophysique de Mars par les divers astronomes qui s'en sont occupés, à partir de William Herschel jusqu'à MM. Schiaparelli et Lowell. Et encore, de M. Schiaparelli, retenons seulement ce que l'on pourrait appeler sa *deuxième manière*, c'est-à-dire une nouvelle interprétation des faits antérieurement observés, appuyée sur de plus récentes observations éclairant les précédentes.

La dernière carte de la terre martienne, dressée par l'illustre astronome après l'opposition de 1889 et donnant le tableau le plus complet de ce qui a été vu sur cette planète, présente, sur le tracé très net de ses prétendus continents et de ses prétendus océans ou mers, une sorte de réseau de traits sombres, alignés au cordeau, comme seraient les rues d'une grande ville américaine (1). Pris antérieurement pour des fleuves, ces traits ont été ensuite appelés, par l'astronome italien, *canali*, qu'on a traduit par *canaux*.

Phénomène étrange : en certaines saisons la plupart des canaux se dédoublent suivant une distance variant de 350 à 700 kilomètres, ou même plus ou moins (de 100 ou 200 à 890 kilomètres), puis redeviennent simples pour se redédoubler par la suite. D'autres fois ils disparaissent complètement puis reparaissent plus tard sans cause apparente.

Perché à 2200 mètres d'altitude à son observatoire de Flagstaff, dans l'Arizona, l'illustre astronome américain Lowell, favorisé par une atmosphère exceptionnellement limpide, a multiplié ses observations sur Mars et a fait faire à l'astronomie de cette planète des progrès considérables. Il y a aussi multiplié les fameux *canaux* au point que la mappemonde martienne construite d'après ses observations semble recouverte d'une toile d'araignée (2) ; le nombre de ces *canaux* n'atteignait pas moins de 420 en l'an 1904 et aurait depuis lors augmenté de moitié.

De petites taches rondes à quelques-uns de leurs entrecroise-

(1) *Op. cit.*, pp. 84 et 87.
(2) *Op. cit.*, pp. 84 et 87.

ments et que M. Lowell appelle des *oasis* seraient comme de grandes places aux carrefours, ou de petits lacs.

Une remarque importante trouve sa place ici : d'après les constatations de MM. Lowell, Douglass, Moreux et d'autres encore, les *canaux* ou soi-disant tels n'auraient point leur extrémité « aux portions rougeâtres de la surface », c'est-à-dire aux rives ou côtes de ce que l'on considérait naguère comme des continents, mais se prolongeraient dans les parties à teinte sombre que l'on a appelées *mers*. Il ressort clairement de là que ces prétendues mers ne sont pas des masses d'eau.

Aussi M. Lowell admet-il lui-même que l'eau ne peut exister que difficilement à l'état libre sur Mars.

Mais M. Lowell est fermement convaincu que la planète est habitée par des êtres raisonnables ; aussi interprète-t-il tous les faits au point de vue de cette hypothèse qui, pour lui, n'en est même plus une. La teinte sombre des régions fautivement appelées *mers* serait due à la végétation, et les *canaux* seraient l'œuvre d'habiles ingénieurs martiens constituant un savant système d'irrigation.

Si invraisemblable que paraisse l'exécution par des êtres humains d'une œuvre aussi gigantesque, quelques astronomes authentiques, avec M. Lowell ou à sa suite, sont ardemment convaincus que Mars est le séjour d'êtres raisonnables, les fameux canaux étant une œuvre artificielle due à leur génie ; les dits canaux se recouvriraient alternativement d'une végétation dont le développement suivrait les saisons. Leur apparition intermittente serait liée à la fonte des neiges polaires, successivement sur les hémisphères nord et sud.

A mesure que la calotte neigeuse de l'un des pôles diminue de surface, les canaux progressent et finissant par atteindre, dépasser même la ligne équinoxiale. A l'arrivée du froid, ils rétrogradent sur l'hémisphère considéré, tandis que le phénomène inverse se produit sur l'autre hémisphère.

Comme il est certain que nulle part, sur la planète, il n'existe d'eaux permanentes, que seule la fonte des neiges polaires y fournit les maigres eaux qui s'y rencontrent, la végétation ne peut s'y manifester, sous l'influence du Soleil, qu'à l'arrivée de celles-ci.

La marche de la vie végétale — à l'inverse de ce qui se passe sur la Terre où elle se dirige de l'équateur vers les pôles — se dirigerait donc, sur Mars, des pôles vers l'équateur.

Étant admise l'hypothèse, d'ailleurs point invraisemblable,

que la teinte sombre des *mers*, des *canaux* et des *oasis* est formée par la végétation — ce qui explique sa disparition temporaire sur certains canaux — la preuve est faite que tout au moins la vie végétale existe sur Mars.

Mais la vie animale y existe-t-elle également ? M. Lowell reconnaît qu'il n'existe aucun moyen de s'en assurer. Il n'a pas la prétention, comme l'auteur d'un article des LECTURES POUR TOUS cité plus haut, d'y colloquer une faune quelconque ; il ne précise même point les caractères de la flore dont peut se composer cette végétation. Mais, partant de cette idée préconcue que les soi-disant *canaux* et leurs *oasis* ne peuvent être qu'une œuvre artificielle, il en déduit cette conséquence forcée qu'il existe sur la planète des habitants intelligents ; ceux-ci seraient d'un stade de développement, d'évolution si l'on veut, beaucoup plus avancé que nous, partant beaucoup plus habiles ingénieurs et disposant de moyens d'action incomparablement plus puissants que les nôtres.

Telle est, brièvement résumée, d'après M. l'abbé Moreux, la théorie de Mars habité, présentée par l'éminent astronome de Flagstaff.

Rien d'étonnant à ce que la publication de l'ouvrage où M. Lowell expose, développe toutes ses observations, toutes ses interprétations et théories, ait produit dans le monde savant, comme dans le grand public, une émotion profonde, et ait surexcité les imaginations ardentes.

Il resterait à savoir si le point de départ de l'illustre astronome, à savoir si l'interprétation des lignes entrecroisées de la surface de Mars par un système artificiel de canalisation, ne se heurterait pas à des objections graves. Car, si le bien fondé de ces objections était établi, si les *canaux* n'étaient ou pouvaient n'être pas de véritables canaux, mais bien des séries de formations accidentelles, discontinues et plus ou moins sinueuses, mais que l'éloignement ferait paraître continues et droites, toute la théorie de Mars habité croulerait par la base.

M. Moreux, se fondant sur ce principe optique que, au-dessous d'une certaine dimension apparente, les objets se montrent toujours à nous soit comme de simples lignes droites régulières, soit comme des disques absolument ronds (1), conteste

(1) *Op. cit.*, p. 106-107.

résolument la nécessité de l'interprétation en forme géométrique des apparences de *canaux* et d'*oasis*.

Or, il est de principe qu'une hypothèse n'est scientifiquement probante que si elle est la seule possible, si aucune autre hypothèse ne peut lui être raisonnablement opposée. D'ailleurs, en admettant même les formes géométriques contestées, il n'en résulterait point l'intervention artificielle d'êtres raisonnables, la nature nous offrant, notamment dans les phénomènes de cristallisation, maints exemples de dispositions géométriques naturelles (1). Mais de plus, M. Moreux oppose aux cartes de Mars, *dessinées* par M. Lowell, plusieurs *photographies* différentes de la même planète et dont aucune n'est prodigue au même degré de lignes droites entrecroisées, tout en correspondant « aux représentations qu'en donnent les meilleurs dessinateurs de tous les pays ».

Il y a donc des objections sérieuses à opposer aux vues de M. Lowell. Il en est d'autres, dans l'ordre météorologique et climatologique, que nous n'aborderons pas. Celles qui précèdent suffisent à montrer que la théorie de Mars habitable, habité par des êtres intelligents, n'est qu'une hypothèse contestable. Certes, la sincérité, la bonne foi de l'éminent astronome américain sont hors de conteste. Mais le talent et le mérite de l'ordre le plus élevé ne préservent pas toujours de cette tendance essentiellement humaine qui nous porte inconsciemment à voir et croire ce que nous désirons voir et croire.

La conclusion de la discussion très savante et très serrée de M. l'abbé Moreux, est que Mars paraît être une planète désertique, sujette à d'extrêmes variations de température mais où prédomine un froid intense, astre mourant où la vie, si elle y existe encore, ne doit plus se manifester que par les plus infimes représentants d'une flore cryptogamique.

(1) Elle en offre aussi dans certains détails de la configuration du globe terrestre lui-même. En deux conférences faites à Paris les 8 et 13 mars 1911, par le savant Suédois, M. Svante Arrhénius, sur les atmosphères des planètes, et plus particulièrement sur les conditions physiques de Mars, le directeur de l'Institut scientifique Nobel à Stockholm signale en Calabre, d'après Hobbs en Basse-Autriche, et en Bohème, d'après Suess, des lignes géotectoniques tout à fait comparables aux soi-disant canaux de Mars : on observe, notamment, en Calabre, plusieurs lignes doubles. Ce savant attribue le changement de coloration des masses sombres et des lignes entrecroisées de Mars, non à la renaissance et à l'arrêt de la végétation, mais aux alternatives de gel et de dégel de masses et de flaques de boues analogues aux Khévirs ou lacs pâteux de la Perse.

Le résumé de tout ce qui précède est que dans tout notre système solaire, la Terre exceptée, il n'est que deux planètes, sur lesquelles les conditions indispensables à la vie physiologique ne paraissent pas absolument impossibles : *Vénus*, dont nous ne savons rien, un épais manteau de nuages d'ailleurs brillants empêchant nos regards d'atteindre son sol ; et *Mars*, astre mourant où la vie avec plus ou moins de développement a pu exister dans l'antiquité cosmique, mais qui ne laisse plus soupçonner aujourd'hui que les derniers râles d'une existence qui s'éteint.

Quand aux géants du cortège solaire, Jupiter et Saturne, nous avons vu qu'ils sont des soleils à peine éteints, n'ayant donc pu et ne pouvant entretenir la vie, et qui ne le pourront même jamais, l'extinction future du Soleil devant coïncider avec la solidification par refroidissement de leur superficie.

Mais il y a, cosmiquement parlant, peu de temps que tous deux étaient de petits soleils, retenant dans leur sphère d'attraction, éclairant et chauffant l'un huit, l'autre dix satellites, alors leurs planètes. Encore l'un des satellites de Jupiter est-il plus volumineux que Mercure et presque autant que Mars. Il n'y a rien d'impossible, rien de contraire à la raison et aux possibilités scientifiques à ce que, dans une antiquité cosmique d'ailleurs indéterminée, quelques-unes des petites planètes de ces petits soleils aient été le siège de la vie et même d'une vie supérieure allant jusqu'au don de l'intelligence et de la raison.

Sans doute ce ne peut être qu'une simple conjecture ; elle est de nature toutefois à consoler les esprits affligés à la pensée que, seule de tous les compagnons du Soleil, notre Terre est sûrement habitée.

III

LES MONDES SIDÉRAUX

Mais il n'y a pas, dans l'univers, que le Soleil et les astres qui gravitent autour de lui. Ce que nous appelons *le Soleil* n'est, en réalité, nous le savons, qu'une modeste unité parmi les millions et millions d'autres soleils que nous appelons *étoiles* en raison de leur immensurable éloignement. Or si chacun d'eux règne comme le nôtre sur huit ou dix planètes, ainsi qu'il est arrivé jadis aux soleils qui furent Jupiter et Saturne, le champ de la vie possible est encore immense, on serait tenté de dire infini.

En réduisant, ce qui serait contestable, à une seule planète autour de chaque étoile, le siège de la vie possible, ce champ serait encore pour ainsi dire sans limites, puisque le nombre total des étoiles est évalué à plusieurs centaines de millions. On ne saurait admettre que, sur un nombre si prodigieux de soleils, le nôtre seul ait le privilège d'entretenir la vie autour de lui.

Assurément.

Mais ici encore, il faut, avant de fonder des conjectures sur des convenances et des analogies, s'éclairer à la lumière des faits. Or il résulte des plus récentes découvertes, agrandies d'une façon inespérée par les procédés de l'observation spectroscopique et de la photographie, que les systèmes stellaires sont le plus souvent très différents de celui dont notre planète fait partie ; si bien que le fait d'une étoile, c'est-à-dire d'un soleil, retenant dans sa sphère d'action quelques petits astres, obscurs par eux-mêmes, et circulant dans des orbites à foyers très rapprochés, autrement dit presque circulaires, ce fait représenterait bien plutôt l'exception que la règle.

Un très grand nombre d'étoiles qui, à l'œil nu ou même à l'aide de puissants télescopes, paraissaient simples, ont été reconnues doubles, grâce à l'observation spectroscopique qui a permis de reconnaître leurs mouvements propres. Dans ces systèmes binaires, les deux membres du couple tournent, suivant la loi newtonnienne, autour de leur commun centre de gravité ; mais, circonstance remarquable, toujours l'étoile satellite décrit, autour de l'étoile principale, non pas une orbite quasi circulaire, mais au contraire une ellipse très allongée, analogue à celles que décrivent nos comètes. Et ces descriptions d'orbites s'effectuent non pas en une année comme celle de notre Terre, mais suivant des révolutions séculaires, et même plusieurs fois séculaires.

Il paraît de plus en plus probable que la très majeure partie des étoiles qu'on avait jusqu'ici considérées comme simples sont doubles en réalité, ce qui semble bien exclure la possibilité de cortèges d'astres éteints circulant autour de ces couples. En supposant l'étoile satellite éteinte par la suite des temps, la grande excentricité de son orbite, l'extrême longueur de sa révolution sont autant d'obstacles à l'entretien de la vie sur sa surface refroidie et solidifiée.

Il faut donc le reconnaître, plus la science astronomique progresse, plus grande est la connaissance acquise de ce qui se passe

dans l'immensité des cieux, plus s'amoindrissent les chances d'y voir s'épanouir et s'étendre la vie physiologique.

Est-ce à dire qu'il faille se refuser d'une manière absolue à admettre dans l'univers d'autres globes habitables que le nôtre ? Assurément non. Si, comme le dit feu Hervé Faye, dans son beau livre sur l'*Origine du monde*, « il serait puéril de prétendre qu'il ne peut y avoir qu'un globe habité dans l'univers, il serait tout aussi insoutenable de prétendre que tous ces mondes sont habités ou doivent l'être ».

Seulement la science est impuissante à nous rien faire connaître à cet égard. Pour continuer à en raisonner, il faut sortir de son domaine propre pour entrer dans celui de la philosophie, et de cette partie de la philosophie que Leibnitz a nommée *théodicée* et qui n'est autre que la théologie naturelle. C'est ainsi que le grand astronome que fut le P. Secchi a pu s'écrier :

« Pour nous, il nous semblerait absurde de regarder les vastes régions célestes comme des déserts inhabités ; elles doivent être peuplées d'êtres intelligents et raisonnables, capables de connaître, d'honorer et d'aimer leur Créateur ; et peut-être que ces habitants des astres sont plus fidèles que nous aux devoirs que leur impose la reconnaissance envers Celui qui les a tirés du néant... »

L'illustre astronome romain généralisait sans doute un peu trop sa belle pensée. Mais si immenses sont les plaines sidérales, si innombrables sont les soleils qui les peuplent, qu'il en reste encore bien assez pour justifier les nobles aspirations que le savant astronome a suggérées au cœur du pieux religieux. Dieu se joue dans l'immensité des espaces comme dans celle des temps, ou plutôt l'immensité des temps n'est rien pour son éternité, comme la poussière des soleils qui remplit les espaces n'est qu'un jeu pour sa Toute-Puissance.

Ce que nous voyons de la plupart de ces mondes éthérés, grâce à ce courrier lumineux qui voyage à trois cent mille kilomètres par seconde, correspond à un passé déjà bien lointain ; le présent d'ailleurs nous échappe et l'avenir nous est inconnu.

C. DE KIRWAN.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cours d'Analyse Infinitésimale, par Ch.-J. de la Vallée Poussin, tome II, 2e édition, 1912. — Louvain, Uystpruyst-Dieudonné ; Paris, Gauthier-Villars.

Voici la seconde édition, très remaniée, du *Cours* de M. de la Vallée Poussin et j'éprouve d'autant plus de plaisir à en faire l'éloge que les *leçons* que je publie sont faites à un point de vue tout différent, on pourrait dire complémentaire. Tandis que je me préoccupe surtout d'avancer assez vite et assez loin, M. de la Vallée a pour but essentiel de *poser les principes*, avec une parfaite correction et en faisant, dans chaque question, *le minimum d'hypothèses* sur les fonctions qui entrent en jeu.

Écrit de cette façon et par un esprit très rigoureux et pénétrant, un livre a la beauté des choses fortes et classiques et je suis sûr que plus d'un professeur d'analyse, sur le point d'aller faire sa leçon, pris de scrupule sur le sens exact et la portée d'un théorème, relira le chapitre correspondant du livre de M. de la Vallée Poussin.

Dans ce tome second, on trouve la théorie des *intégrales multiples*, les *séries trigonométriques*, la théorie élémentaire des *équations différentielles*, des équations linéaires aux *dérivées partielles*, du calcul des *variations*.

Ces dernières parties ont été peu remaniées. Au contraire, la théorie des intégrales multiples a pris une grande ampleur et, après les notions de Riemann, nous voyons celles de M. Lebesgue, avec des résultats nouveaux sur la *réduction*. Nous touchons ici aux sommets de la science actuelle.

Sur les *séries de Fourier*, nous sommes aussi documentés d'une manière très précise. On sait que l'auteur vient, à ce sujet, de démontrer un théorème fondamental, dans les

Comptes-Rendus de l'Académie des sciences. Dans son livre, il étudie les travaux les plus récents de MM. Féjer et Lebesgue. Sur les *séries de polynomes*, M. de la Vallée nous donne sa méthode ingénieuse, voisine de celle de M. Landau.

Pour les équations différentielles, dans le domaine réel, M. de la Vallée a encore perfectionné sa théorie, qui n'est ni celle de Cauchy et Lipschitz, ni celle de M. Picard. Il étudie à fond la continuité et la dérivabilité par rapport aux paramètres, arbitraires ou non, et l'unicité de la solution.

On regrettera que, dans la théorie des *enveloppes*, l'auteur n'ait pas reproduit son intéressant théorème sur le contact de l'enveloppe et de l'enveloppée.

On souhaitera surtout que M. de la Vallée Poussin se décide à écrire un *troisième volume* sur les équations aux dérivées partielles et la théorie des fonctions d'une variable complexe. Ce livre aurait sûrement le même grand succès que les deux volumes actuels, également précieux pour les maîtres et pour les étudiants.

R. d'Adhémar.

II

Problèmes d'Analyse Mathématique, par E. Fabry. — Paris, A. Hermann et fils, 1913.

Le livre d'exercices de M. Fabry contient la solution de 279 problèmes parfaitement bien choisis.

Le niveau est exactement celui de l'examen de *Calcul différentiel et intégral*, conduisant à la *licence*, dans les Universités françaises.

Les matières sont : *quadratures* simples, multiples, complexes ; équations *différentielles ;* équations *aux dérivées partielles* et aux *différentielles totales ;* applications *géométriques*.

Les livres de ce genre sont difficiles à écrire. Il faut de la patience, du tact, de la science. Celui de M. Fabry est écrit par un savant très distingué, qui s'est visiblement donné beaucoup de peine. Il est parfaitement réussi et rendra aux étudiants de très grands services.

R. d'Adhémar.

III

LEÇONS SUR LES SINGULARITÉS DES FONCTIONS ANALYTIQUES par PAUL DIENES, Privat-Docent à l'Université de Budapest (Ouvrage faisant partie de la *Collection de monographies sur la Théorie des fonctions*). 1 vol. in-8° de 172 p. — Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Le but de l'ouvrage de M. Dienes est de présenter une première esquisse d'une théorie générale des singularités des fonctions analytiques, singularités dont l'étude systématique a été brillamment inaugurée, il y a une vingtaine d'années, par la thèse aujourd'hui classique de M. Hadamard. On sait combien difficiles et délicates sont de telles recherches, surtout lorsqu'on à recours aux méthodes qui ne supposent aucune restriction relativement aux coefficients du développement taylorien par lequel est définie la fonction analytique, et c'est ce que fait l'auteur, sauf dans des cas exceptionnels, ou lorsqu'il s'agit d'élucider des problèmes déjà posés ; mais, d'autre part, afin d'aboutir à des résultats concrets, il s'attache à des singularités plus au moins particulières (pôles, points critiques algébriques ou algébrico-logarithmiques, etc.), cherchant, en somme, comme il le dit lui-même, « à représenter les singularités par la nature particulière de la divergence que la représentation présente au point envisagé ».

Le Chapitre I est consacré aux généralités acquises à la suite des recherches de M. Hadamard et qui aboutissent à une définition, exempte de toute ambiguïté, de l'ordre d'un point singulier.

Ces généralités permettent à l'auteur d'aborder, au Chapitre II, l'étude de la relation entre l'allure de la fonction et celle de la série de Taylor sur le cercle de convergence, en procédant, en quelque sorte, par trois étapes successives, suivant que les coéfficients tendent vers zéro, ou sont à croissance finie, ou enfin sont quelconques.

Dans le second cas, la méthode générale des moyennes arithmétiques, qui a trouvé son point de départ dans une idée ingénieuse de Cesarò, permet de poursuivre cette étude d'une façon assez complète ; mais dans le troisième, il faut recourir à une méthode plus perfectionnée quoique offrant encore un caractère suffisant de simplicité ; une telle méthode repose sur

la notion de sommation exponentielle de M. Borel ; elle est développée d'une façon très générale au Chapitre III.

Toutefois l'emploi de la méthode exponentielle se voit borné lui-même par les limites du polygone de sommabilité ; pour atteindre les points singuliers situés au-delà, il faut arriver à des domaines d'holomorphie de plus en plus étendus sans d'ailleurs que la correspondance entre formule et fonction cesse d'être d'une suffisante simplicité. Il est, au reste, essentiel de distinguer la correspondance entre la formule et l'allure générale de la fonction de la correspondance entre la formule et les singularités particulières de la fonction étudiée.

Au Chapitre IV, l'auteur s'en tient à l'étude des représentations valables seulement dans l'étoile ordinaire, qui se fondent sur la notion de sommation généralisée, introduite par M. Mittag-Leffler, dont il commence par établir les propriétés générales. Puis, pour arriver à des résultats précis, lorsqu'il aborde l'étude de singularités particulières, il est conduit à spécialiser la fonction entière sommatrice, sous la forme notamment que lui a donnée M. Lindelöf. En se servant de cette notion, il fait l'étude des points critiques algébrico-logarithmiques aux sommets de l'étoile.

Le dernier chapitre, relatif au problème général des singularités, repose sur l'emploi d'une méthode plus souple que les précédentes grâce à l'introduction d'un paramètre et d'une courbe arbitraire dite *génératrice*, dont la variation simultanée permet de déformer, en quelque sorte, à volonté le domaine de convergence du développement en série de polynomes utilisé. Cette méthode permet, semble-t-il, d'aller, en ce genre d'étude, à la dernière limite des résultats actuellement acquis. Mais, ainsi que l'auteur le remarque lui-même, certaines singularités échappent encore à sa portée : celles qui ne peuvent être atteintes par une courbe rectifiable de longueur finie ; elles exigeront de nouvelles recherches.

L'exposé de M. Dienes — et en un sujet aussi délicat, ce n'est pas un mince mérite — est aussi clair qu'élégant. L'auteur déclare, au reste — et cela non plus n'est point banal — qu'il est redevable de nombre de perfectionnements de détail à Mme Dienes, auteur elle-même d'intéressantes recherches et qui a été pour lui une précieuse collaboratrice.

M. O.

IV

Lehrbuch der Funktionentheorie par le Dr W. F. Osgood. Tome I, deuxième édition. Un vol. in-8° de XII-766 pages. — Leipzig, Teubner, 1912.

Nous avons annoncé autrefois la première édition de ce traité. La seconde est beaucoup plus développée. Signalons-y l'extension donnée aux théorèmes de Darboux et de Marera, l'étude plus serrée de l'intégrale curviligne, la systématisation complète de la théorie des fonctions algébriques. Le texte a été enrichi de nombreuses citations originales chaque fois qu'il s'agissait de mettre en lumière le point de départ des théories ou leurs résultats principaux.

W.

V

Cours de géométrie infinitésimale, par G. Demartres, professeur à l'Université de Lille, avec une préface de P. Appell, membre de l'Institut. Un vol. gr. in-8° de X-455 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Ce sont, de nos jours, les subtiles difficultés des théories de la haute analyse qui sollicitent le plus vivement l'effort des purs mathématiciens ; cette considération, jointe au fait que l'analyse est l'outil indispensable du progrès des sciences mécaniques et physiques, a fait prendre, dans l'enseignement, le pas à cette science sur les autres branches des mathématiques. Tout en reconnaissant la légitimité de cette évolution, on peut regretter qu'elle entraîne parfois certains étudiants à négliger l'étude, pourtant si attrayante en elle-même, de la géométrie, étude qui a, par ailleurs, le très appréciable avantage de favoriser le développement des vues intuitives grandement utiles à ceux qui veulent poursuivre, dans une direction quelconque, des applications des sciences mathématiques.

L'éminent analyste qui a écrit la préface du nouvel ouvrage de M. Demartres, s'appropriant les termes (mis en italique) d'un passage de Poinsot, dit lui-même que « si, par l'usage de

l'analyse, l'étudiant acquiert rapidement une certaine habileté dans le maniement des formules, il finit par perdre l'habitude du raisonnement direct, et par renoncer à cette méthode, bien autrement instructive, qui consiste à *considérer les choses en elles-mêmes et sans les perdre de vue dans le cours du raisonnement* ».

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire, pour que l'étude des faits géométriques porte tous ses fruits, qu'elle soit exclusivement poursuivie par les procédés synthétiques de la géométrie ancienne. Là où de tels procédés suffisent, on n'a évidemment garde de les négliger ; mais si, pour être établis en toute rigueur sans un trop grand effort, certains résultats exigent le concours de notions empruntées à l'analyse, on ne se privera point de les faire intervenir. C'est cette méthode mixte, dont l'esprit général se plie aux suggestions de la pure géométrie mais sans négliger les secours pouvant venir de l'analyse, qui fait le fond de la géométrie infinitésimale, avec une tendance plus au moins marquée, suivant les auteurs, à faire prédominer, de ci de là, le raisonnement géométrique direct.

Visant un but didactique, M. Demartres cède tour à tour à l'une et l'autre tendance, traitant d'abord géométriquement les questions dans la première partie, pour les reprendre et les développer, dans les trois autres, au moyen de plus larges emprunts faits à l'analyse, mais sans abandonner le souci de l'interprétation géométrique constante des résultats de calcul.

La première partie, qui constitue la géométrie infinitésimale proprement dite, comprend d'abord une introduction où sont définies les notions fondamentales et précisés les caractères de la méthode infinitésimale en géométrie, puis sept chapitres qui ont trait respectivement à la courbure des lignes planes, à la théorie du contact et aux courbes enveloppes, à l'étude de quelques courbes particulières, à la cinématique du plan, aux courbes gauches, aux propriétés générales des lignes à double courbure liées à la considération des surfaces développables, aux lignes tracées sur une surface.

Dans les deuxième et troisième parties, l'auteur reprend, par la méthode analytique, et en leur donnant de nouveaux développements, les questions abordées par la voie géométrique dans la première, et le rapprochement des démonstrations procédant de l'un et de l'autre esprit, données ici et là pour les mêmes résultats, ne laisse pas d'être fort instructif ; nous citerons notamment à ce propos la cinématique du plan et, de

façon plus précise, la théorie des roulettes qu'il est très intéressant d'envisager successivement du point de vue géométrique et du point de vue analytique.

Toutefois, dans ces deuxième et troisième parties, les questions sont poussées plus loin que dans la première ; c'est ainsi, par exemple, que l'introduction des notions de courbure géodésique et de torsion géodésique permet de pénétrer plus avant dans l'étude des lignes tracées sur les surfaces, d'atteindre à des théorèmes comme celui de Dupin sur les systèmes triples orthogonaux. Il faut donner une mention spéciale à la théorie des surfaces cerclées présentées par l'auteur avec une remarquable élégance.

La quatrième partie, fondée sur l'emploi des coordonnées curvilignes, élève l'exposé des principes de la géométrie infinitésimale jusqu'aux confins du domaine tout à fait supérieur qui se trouve exploré dans les admirables *Leçons sur la théorie générale des surfaces* de M. Darboux, où l'on peut voir, pour notre époque, le couronnement de l'édifice géométrique. La théorie des lignes géodésiques et ses rapports avec celle des lignes de courbure apparaissent en cette quatrième partie où s'amorcent également les théories des surfaces applicables et des surfaces minima.

L'illustration de la théorie générale résultant de son application aux surfaces du second ordre est du plus haut intérêt.

Si les quelques indications qui précèdent peuvent faire entrevoir la richesse du fond dans le nouvel ouvrage de M. Demartres, il convient d'ajouter que le mode d'exposition, d'une ordonnance parfaite et d'une remarquable clarté, appartient bien en propre au savant professeur qui mérite d'être loué non moins pour l'originalité d'un grand nombre de ses démonstrations ou procédés de calcul que pour l'ampleur de son érudition.

Des exercices, très variés, qui complètent l'ouvrage, en augmentent encore le prix. Par le rapprochement de plusieurs d'entre eux, l'auteur a pu indiquer les fondements de certaines théories particulières sur lesquelles, pour ne pas trop l'allonger, il n'a pas voulu s'étendre dans le texte même, et dont plusieurs (comme celles de la flexion et des sphères semi-osculatrices) lui sont dues personnellement.

A son mérite propre qui n'est pas mince, cet excellent ouvrage joint celui de constituer bien certainement la meilleure préparation à l'étude du grand traité de M. Darboux, dont la

lecture s'impose à quiconque veut aller jusqu'au bout de ce que la science contemporaine a réalisé dans le domaine de la géométrie.

M. O.

VI

Les Appareils d'Intégration, par H. de Morin, ingénieur civil des constructions navales (Ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque générale des Sciences*). Un vol. in-8° de 208 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Cet ouvrage vient très heureusement compléter celui qui, sous notre propre signature, figure déjà dans la même collection avec le titre : *Le calcul simplifié par les procédés mécaniques et graphiques* (1). Rappelons que ce dernier ouvrage a pour objet la description sommaire des principaux moyens dérivés soit de la mécanique, soit de la géométrie, qui ont pour but l'exécution rapide des calculs arithmétiques ou algébriques (étant entendue par là la résolution des équations numériques). L'intégration est restée complètement en dehors de son programme. Nous ne pouvons que nous féliciter de voir paraître, dans la même collection, un volume consacré à cette question d'un intérêt vraiment capital pour nombre d'applications techniques.

M. de Morin, qui s'est évidemment livré à une étude de son sujet des plus consciencieuses, nous en donne un excellent exposé, non moins clair et agréable à lire qu'heureusement ordonné. L'auteur a divisé cet exposé en cinq chapitres respectivement consacrés aux *planimètres* (destinés à l'évaluation des aires), aux *intégromètres* (propres à déterminer les moments des divers ordres), aux *intégraphes* (permettant le tracé des courbes intégrales), aux *analyseurs harmoniques* (appropriés au calcul des coefficients des séries de Fourier, en vue de la représentation de tout phénomène réductible à une superposition d'ondes périodiques), enfin aux *intégrateurs composés* (disposés en vue de l'intégration de certains types d'équations différentielles).

(1) La première édition de ce volume, parue en 1894, provenait de la réunion de conférences faites en 1893 au Conservatoire des Arts et Métiers. Ce n'est qu'en 1905, lors de sa seconde édition entièrement refondue et considérablement augmentée (puisque de l'une à l'autre, le nombre des pages a presque doublé) qu'il a été introduit dans la *Bibliothèque générale des Sciences*.

Parmi les planimètres, l'auteur distingue les planimètres à tige de longueur constante, dont le type est celui d'Amsler, avec ses diverses variantes, et auxquels se rattachent encore ceux de Prytz et de Petersen, les planimètres à rotation dont un type est encore dû à Amsler, et qui comprennent ceux d'Hoppikofer, de Wetli, de Richard, de J. Thomson, enfin divers planimètres spéciaux comme ceux de Durand-Amsler, de Beuvière, le planimètre sphérique, le stéréographomètre.

Parmi les intégromètres, l'auteur distingue ceux d'Amsler, de Helle-Shaw, de Marcel Desprez. On doit noter l'unité mise par l'auteur dans la théorie de tous ces instruments (planimètres et intégromètres) fondée sur l'emploi systématique de quelques formules tout à fait générales. Il convient aussi d'ajouter qu'il a soin de faire connaître les perfectionnements de construction, dûs notamment à la maison Coradi, qui ont permis de conférer à ces divers appareils leur pleine valeur pratique.

En fait d'intégraphes, après avoir rappelé les premiers essais de Coriolis et décrit les appareils de Zmurko et de Boys, l'auteur passe en vue les transformations successives de l'intégraphe d'Abdank qui grâce à l'heureuse collaboration de Napoli, puis de la maison Coradi, a fini par prendre une forme vraiment commode.

M. de Morin ne manque d'ailleurs pas de signaler en passant les propriétés fondamentales et les applications les plus essentielles des courbes intégrales qui constituent, au point de vue technique, un outil des plus précieux. Nous ajouterons, puisque l'occasion nous en est ici offerte, qu'il résulte de certaines constatations qu'il nous a été donné de faire que c'est l'ingénieur de la marine Rossin qui semble avoir, il y a une soixantaine d'années, fait le premier un emploi systématique des courbes intégrales dans les calculs de mécanique appliquée. Malheureusement, sa théorie, n'ayant pris que la forme de feuilles autographiées distribuées au cercle restreint de ses élèves de l'École du génie maritime, ne s'est pas immédiatement répandue dans la généralité du public des techniciens.

Comme analyseurs harmoniques, l'auteur décrit ceux de Lord Kelvin, d'Henrici, de Yule, de Boucherot, de Sharp, ainsi qu'un appareil de construction récente dont le principe repose sur la méthode graphique de Clifford et dont le dispositif mécanique n'est pas sans analogie avec celui de Yule.

Pour ce qui est des intégrateurs composés, l'auteur se borne à faire connaître l'appareil d'Amsler pour évaluer les intégrales

de la forme $\int y^n x^m dx$, celui de M. Pétrovitch (fondé sur les variations de niveau d'un bain de mercure, réglées au moyen d'un plongeur de forme déterminée) qui est applicable à l'intégration de certaines équations différentielles, enfin l'intégrateur à lame coupante au moyen duquel M. Jacob a pu intégrer les équations des types de Riccati et d'Abel et résoudre d'importants problèmes de balistique.

A propos de ce dernier chapitre, nous exprimerons le regret de n'y avoir pas trouvé l'indication du principe général indiqué par M. Torres pour l'intégration mécanique d'une équation différentielle du premier ordre quelconque, mais nous ne saurions en faire un grief à l'auteur, le mémoire du savant ingénieur espagnol ayant paru dans le recueil des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences* (Tome XXXII ; 1901), dit ordinairement *des savants étrangers* (étrangers à l'Académie, s'entend), auquel il est très flatteur d'être admis à l'honneur de collaborer, mais qui a le grave défaut d'être fort peu répandu (car on ne le rencontre que dans quelques bibliothèques publiques), et même presque complètement ignoré du public.

A ce détail près, qu'il sera facile de réparer dans une édition ultérieure, nous estimons que l'intéressant ouvrage de M. de Morin fixe très exactement l'état actuel de la question à laquelle il se rapporte, et qu'il est de nature à intéresser tous les techniciens.

M. O.

VII

Paul Tannery. Mémoires scientifiques, publiés par J. L. Heiberg et H. G. Zeuthen. — II. *Sciences exactes dans l'antiquité*, 1883-1898. Tome II. Un volume in-4° de x-554 pages. — Toulouse, Édouard Privat ; Paris, Gauthier-Villars, 1912.

Nous avons rendu compte en juillet 1912 du tome I des Mémoires scientifiques de Paul Tannery. Nous ne reviendrons pas sur l'opportunité de cette publication, ni sur le plan adopté par les éditeurs. Les articles du volume actuel sont numérotés 30-65. Comme pour le tome I, à chaque titre nous ajoutons l'indication du recueil où l'article a paru.

30. Pour l'histoire des lignes et surfaces courbes dans l'antiquité (Bulletin des Sciences mathématiques. Les chapitres I-IV

ont été publiés en 1883, 2e série t. VII, pp. 278-291. Les chapitres V et VI, en 1884, t. VIII, pp. 19-30. Les chapitres VII-X, même vol., pp. 101-112). — 31. Sur L'authenticité des axiomes d'Euclide *(Id.*, 1884, 2e série, t. VIII, pp. 162-175). — 32. Sur les manuscrits de Diophante à Paris (Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux, 1884, t. I, pp. 88-94). — 33. La perte de sept livres de Diophante (Bull. des Sc. Math., 1884, t. VIII, pp. 192-206). — 34. Sur la langue mathématique de Platon (Ann... de Bord., 1884, t. I, pp. 95-105). — 35. Domninos de Larissa (Bull. des Sc. Math., 1884, 2e série, t. VIII, pp. 288-298). — 36. Eutocius et ses contemporains *(Id.*, 1884, 2e série, t. VIII, pp. 315-329). — 37. Questions Héroniennes *(Id.*, 1884, 2e série, t. VIII, pp. 329-344 et 359-376). — 38. Sur l'arithmétique Pythagoricienne *(Id.*, 1885, 2e série, t. IX, pp. 69-88). — 39. L'Οὐγκιασμὸς ὕδατος (Revue archéologique, 1885, 3e série, t. VI, pp. 365-69). — 40. Notes critiques sur Domninos (Revue de Philologie, 1885, t. IX, pp. 129-137). — 41. Sur la représentation des fractions chez les Grecs (Bibliotheca Mathematica, 1886, pp. 235-236). — 42. Autolycus de Pitane (Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, 1886, 3e série, t. II, pp. 173-199). — 43. La coudée astronomique et les anciennes divisions du cercle (Rev. arch., 1886, 3e série, t. VII, pp. 27-37). — 44. Rapport sur une mission en Italie du 24 janvier au 24 février 1886 (Archives des Missions scientifiques et Littéraires, 3e série, t. XIII, pp. 409-455). — 45. Scholies sur Aristarque de Samos (Rev. de Philologie, 1887, t. XI, pp. 33-41). — 46. La grande année d'Aristarque de Samos (Mém. de Bord., 1888, 3e série t. IV, pp. 79-96). — 47. Études sur Diophante (Bibl. Math., nouv. série, 1887, t. I, pp. 37-43, 81-88, 103-108, 1888, t. II, pp. 3-6). — 48. L'hypothèse géométrique du Ménon de Platon (Archiv für Geschichte der Philosophie, 1889, t. II, 503-514). — 49. L'art d'Eudoxe (Rev. de Philol., 1889, t. XIII, pp. 143-150). — 50. Les manuscrits de Diophante à l'Escorial (Nouvelles Archives des Missions scientifiques et Littéraires, 1891, t. I, pp. 383-393). — 51. Sur une épigramme attribuée à Diophante (Revue des Études Grecques, 1891, t. IV, pp. 377-382). — 51*bis*. Note rédigée sur la demande de MM. Eugène d'Eichtal et Théodore Reinach et faisant suite à leur étude sur les Problèmes musicaux dits d'Aristote *(Id.*, 1892, t. V, pp. 51-52 et p. 263). — 52. Sur les épigrammes arithmétiques de l'anthologie palatine (*Id.*, 1894, t. VII, pp. 59-62). — 53. Un fragment des métriques de Héron (Zeitschrift für Mathematik

UND PHYSIK, 1894, t. XXXIX, pp. 13-15). — 54. Sur un fragment inédit des métriques de Héron d'Alexandrie (BULL. DES SC. MATH., 1894, 2e série t. XVIII, pp. 18-22). — 55. Sur Théon de Smyrne (REV. DE PHILOL., 1894, t. XVIII, pp. 145-152). — 56. Sur un passage de Théon de Smyrne (*Id.*, 1895, t. XIX, pp. 67-69). — 56*bis*. Sur un passage d'Adraste cité par Viète (ANN. DE BORD., 1880, t. II, pp. 200-201). — 57. Geometria (DICTIONNAIRE DES ANTIQUITÉS GRECQUES ET ROMAINES, 1895, t. IV, pp. 1543-1546). — 58. L'inscription astronomique de Keskinto (REV. DES ÉT. GR., 1895, t. VIII, pp. 48-58). — 59. Sur l'inscription astronomique de Keskinto (COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, 18 février 1895, t. CXX, pp. 363-365). — 60. Une inscription grecque astronomique (BULLETIN ASTRONOMIQUE, 1895, t. XII, pp. 317-328). — 61. Sur les subdivisions de l'heure dans l'antiquité, REV. ARCH., 1895, t. XXV, pp. 359-364). — 62. Sur la religion des derniers mathématiciens de l'antiquité (ANNALES DE PHILOSOPHIE CHRÉTIENNE, 1896, t. XXXIV, pp. 26-36). — 63. Sur la locution ἐξ ἴσου (REV. DES ÉT. GR., 1897, t. X, pp. 14-18). — 64. Σκούτλωσις et Στροφίολος (REV. ARCH., 1897 t. XXXIX, pp. 78-80). — 65. Sur Carpos d'Antioche (REV. DE PHILOL., 1898, t. XXII, pp. 93-97).

H. BOSMANS, S. J.

VIII

LEÇONS SUR LES HYPOTHÈSES COSMOGONIQUES professées à la Sorbonne par HENRI POINCARÉ, rédigées par HENRI VERGNE. Seconde édition, avec un portrait en héliogravure et une notice sur Henri Poincaré par ERNEST LEBON. Un vol. in-8° de LXX-294 pages ; figures dans le texte. — Paris, A. Hermann et fils, 1913.

Moins d'une année après leur apparition, une seconde édition de ces magistrales leçons était devenue nécessaire. Succès inouï, sans doute, pour un cours de mécanique céleste et qu'explique moins peut-être l'intérêt du sujet que le mérite excellent de l'auteur et le culte voué à sa mémoire.

Nous avons présenté aux lecteurs de cette REVUE, dans la livraison du 20 janvier 1913 (pp. 322-334), le livre de Henri Poincaré. Cette seconde édition reproduit le texte de la première

relu par M. H. Vergne et enrichi d'une *notice*, due à M. Ernest Lebon, sur la vie et l'œuvre scientifique de l'illustre géomètre (pp. III-XLVIII). Écrite avec cœur, cette notice ne fait pas seulement connaître et admirer le savant, elle le fait aimer.

N. N.

IX

Cours de physique générale à l'usage des candidats au certificat de Physique générale, au diplôme d'ingénieur-électricien et à l'agrégation des sciences physiques. *Leçons professées à la Faculté des sciences de l'Université de Lille*, par H. Olivier. Tome II. *Thermodynamique et Étude de l'énergie rayonnante.* Un vol. in-8° de 295 pages avec 112 figures dans le texte. — Paris, A. Hermann et fils, 1913.

Ce livre n'a pas l'ampleur d'un traité de Physique qui se suffit à lui seul ; il n'a pas non plus la sécheresse d'un aide-mémoire : c'est le résumé clair, précis, suffisamment étoffé de leçons plus développées et destiné aux étudiants qui ont assisté à ces leçons et veulent les mettre à profit pour la préparation de leurs examens...

« Cet ouvrage, écrit l'auteur, est la reproduction d'un cours de Licence fait en 1910-1911 et 1911-1912 à la Faculté des sciences de l'Université de Lille. Sont retranchées seulement de la rédaction complète du cours les questions du programme du baccalauréat, les démonstrations reprises sous plusieurs formes et la description minutieuse des expériences exécutées pendant les leçons.

» Les trois tomes dont il se compose forment chacun un tout complet ; ils ne sont pas la suite l'un de l'autre ; ils correspondent à trois enseignements menés de front, s'appuient les uns sur les autres et doivent être lus parallèlement.

» Ce livre ne renferme pas d'historique, ni de bibliographie ; on n'y trouvera ni la description des anciens appareils ni le récit détaillé des expériences n'ayant plus qu'un intérêt historique. Sa lecture ne peut dispenser ceux qui ne sont pas des débutants de la lecture des mémoires ni de celle des beaux et savants traités de Bouasse, de Chwolson, pour ne citer que les plus récents. Il s'adresse à des élèves sortant du lycée, ne connaissant en physique que le programme du baccalauréat et

un peu du programme des écoles spéciales, *qui ont appris un peu de calcul différentiel et intégral et un peu de mécanique* et qui se préparent soit au certificat de physique générale, soit au deuxième examen des ingénieurs-électriciens, soit à l'agrégation des sciences physiques. Quelques-unes des conférences faites aux candidats à l'agrégation sont intercalées à leur place naturelle entre les diverses questions du cours de licence. Ont été également intercalées dans le texte les solutions des problèmes proposés en 1911-1912 aux étudiants de la Faculté et les programmes de celles des manipulations de la même année qui ne figuraient pas dans le *Traité de manipulations* de MM. Damien et Paillot.

» Le Tome I, consacré à l'étude de la gravitation, de l'électricité et du magnétisme, est précédé d'un chapitre sur les unités et suivi de l'étude des symétries.

» Le tome II, qui se trouve être publié le premier, comprend l'étude de la thermodynamique et de l'énergie rayonnante. La description des phénomènes électro et magnéto-optiques et un chapitre d'astronomie physique ont trouvé place, à côté de l'étude des radiations, dans la seconde partie de ce tome.

» Le tome III a pour objet l'étude des vibrations, l'acoustique, l'optique et l'électro-optique ».

Le tome II seul a paru ; les tomes I et III sont sous presse.

L. R.

X

I. — Optique géométrique, par J. Blein, Professeur au Lycée St Louis (Ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque de Physique* de l'*Encyclopédie scientifique*). Un vol. in-8° jésus de 246 pages. — Paris, Doin, 1913.

II. — Instruments optiques d'observation et de mesure, par J. Raibaud, Capitaine d'Artillerie (Ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque des industries physiques* de l'*Encyclopédie scientifique*). Un vol. in-8° jésus de 380 pages. — Paris, Doin, 1910.

I. — Depuis une trentaine d'années, les études d'optique géométrique ont pris en Allemagne un très grand développement ; de nombreux traités y ont été publiés, mais ils sont, en général, peu connus en France où, par suite de ces mystérieuses

influences qui dirigent les courants scientifiques, l'effort des dernières générations s'est, dans le domaine de la science, plus volontiers porté vers d'autres objets ; et, de fait, la littérature scientifique française offrait, à cet égard, une lacune par rapport à celle d'autres pays. C'est dans le but de combler, partiellement au moins, cette lacune que le livre de M. Blein a été écrit.

Il met au point, pour le public de langue française, certaines théories nouvelles comme celle de l'invariant d'Abbe et de l'Eikonal, appelées à jouer un rôle de plus en plus important dans le domaine de l'optique, et qui sont jusqu'ici restées, en France, à peu près lettre morte.

Dans une première partie de son ouvrage, M. Blein étudie la géométrie des rayons lumineux, dérivée de la théorie des congruences de droites, et qui a trait principalement au cas d'un faisceau de très petite ouverture, ou pinceau, de tels rayons. Cette théorie aboutit à l'étude du stigmatisme (terme synonyme de celui d'aplanétisme, plus anciennement employé), propriété d'un système optique concentrant en un même point tous les rayons émanés d'un certain autre point, et à celle des caustiques et focales, qui conduit au choix d'un dispositif propre à réaliser approximativement le stigmatisme pour tous les points d'un même ensemble.

L'emploi des systèmes centrés, doués de stigmatisme approché, entraîne entre les points correspondants de l'image une relation homographique, mise en évidence pour la première fois par Gauss, et que l'auteur étudie en détail dans la deuxième partie de son livre, où il aborde les généralités sur les aberrations et l'achromatisme.

La troisième partie est consacrée à une théorie générale des instruments d'optique fondée sur les principes qui ont été étudiés dans les précédentes parties ; nous ne pouvons qu'en louer l'ordonnance méthodique et la parfaite clarté.

C'est dans la quatrième partie qu'est abordée l'étude des aberrations du troisième ordre dont la considération s'impose lorsque ne se contentant pas de la première approximation qui correspond à la théorie élémentaire, on veut établir un instrument *corrigé* ; et c'est ici qu'on voit apparaître ces notions nouvelles comme l'invariant d'Abbe et l'Eikonal, auxquelles nous venons de faire allusion. Prévoyant, au reste, de nouveaux progrès dans cette voie, l'auteur émet l'avis que le calcul des

vecteurs pourrait bien être la source de nouvelles simplifications rendant possible l'étude, en vue de conclusions pratiques, des aberrations du cinquième ordre, qui, même par l'emploi de l'Eikonal, se présente d'une façon très compliquée.

Il ne nous semble pas douteux que le très intéressant exposé de M. Blein ne soit appelé à avoir une véritable répercussion sur l'enseignement en France de l'optique géométrique.

II. — L'apparition du volume en question nous est une occasion d'en signaler un autre publié dans la même Encyclopédie il y a quelques années et dont nous nous excusons de n'avoir pas parlé en son temps. Il s'agit du traité des instruments d'optique dû au capitaine (depuis lors commandant) Raibaud dont nous avons déjà présenté aux lecteurs de la Revue (1) le remarquable ouvrage sur la technique de l'aéroplane, lui aussi paru en cette même Encyclopédie.

Comparé au livre de M. Blein, celui de M. Raibaud a un caractère plus pratique et nous dirions volontiers que les deux ouvrages se complètent de la façon la plus heureuse.

Dans la première partie, l'auteur passe en revue les propriétés générales des instruments, d'où résulte la détermination des conditions propres à assurer, dans la plus large mesure possible, la réalisation des qualités dont on doit, avant tout, s'efforcer de les doter : netteté, clarté, champ, fidélité des images.

Dans la seconde, il décrit de façon complète et détaillée les principaux types d'instruments d'observation et de mesure, répartis suivant une classification qu'il a choisie pour la commodité de son exposé après avoir fait lui-même la réflexion que voici : « Toute classification, étant plus ou moins artificielle, reste incomplète et se trouve généralement peu satisfaisante ; sa nécessité s'impose cependant dans un exposé didactique ». Et, de fait, celle à laquelle il s'est arrêté lui a permis de mettre, dans son exposé, un ordre très satisfaisant.

Elle comprend, pour les instruments d'observation, trois divisions englobant respectivement : 1° les instruments destinés à l'observation des objets éloignés (longues-vues, lunettes d'approche terrestres, lunettes astronomiques, télescopes catoptriques) avec une subdivision spéciale pour les instruments à vision binoculaire (jumelles) ; 2° les instruments utilisés pour l'examen des objets rapprochés de petite dimension (loupes

(1) Voir la livraison de juillet 1911, p. 304.

simples ou composées et microscopes) ; 3° les différentes variétés de l'objectif photographique.

Quant aux instruments de mesure, la classification de l'auteur les répartit en trois groupes suivant qu'ils servent à la mesure des angles, à celle des longueurs, ou enfin qu'ils sont fondés sur l'auto-collimation.

Cet exposé, nullement inférieur, pour sa remarquable netteté, aux autres publications du même auteur, permet de discerner avec justesse le point où en est venue, de nos jours, l'industrie, d'un intérêt si général, des instruments d'optique et d'apprécier les ressources qu'on en peut tirer en vue du progrès des sciences fondées sur la mesure et sur l'observation.

Ph. du P.

XI

Optique physique, par R.-W. Wood, professeur à la John Hopkins University. Ouvrage traduit de l'anglais d'après la deuxième édition, par H. Vigneron, Licencié ès sciences physiques et H. Labrouste, Agrégé de l'Université. Tome I, *Optique ondulatoire*. — Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Il y a quelques mois, nous présentions aux lecteurs de cette Revue (1) la traduction française, par M. Marcel Boll, du magistral *Lehrbuch des Optik* de Drude, complété et modifié dans certaines parties, en raison des besoins et des habitudes de l'enseignement en France. Nous avons dit les mérites excellents, au point de vue théorique, de ce *Précis d'Optique*.

Voici un nouvel emprunt, fait cette fois à la littérature scientifique anglaise par MM. H. Vigneron et H. Labrouste, et que recommandent surtout l'excellence et la richesse de la partie expérimentale : l'ouvrage du professeur de Baltimore complète admirablement celui du professeur de Vienne ; MM. Vigneron et Labrouste et M. Boll ont fait œuvre également méritoire et utile aux lecteurs français qui leur en sont reconnaissants.

A l'époque où le professeur Wood songeait à écrire son manuel, l'ouvrage de Preston, *Theory of Light*, était pratique-

(1) Troisième série, tome XX, 20 juillet 1911, p. 288, et tome XXI, 20 octobre 1912, p. 618.

ment le seul ouvrage anglais d'optique supérieure. Il présentait des lacunes et avait un peu vieilli : d'importantes découvertes, en magnéto-optique surtout, étaient trop récentes pour y figurer. Mais voici que pendant qu'il travaillait à la composition de son livre, deux traités de grande valeur parurent en Angleterre : la traduction du *Lehrbuch des Optik* de Drude « qu'on ne peut surpasser » écrit le Professeur Wood, et la *Theory of Optics* de Schuster qui, « bien que très intéressante et très suggestive, n'étudie ni les lois des radiations, ni la fluorescence et la phosphorescence, ni l'optique des corps en mouvement ». Le professeur Wood jugea, très justement et très heureusement, que la place restait ouverte à un livre mieux au point, nourri de ses travaux personnels et qui se recommanderait à l'attention des physiciens par la clarté de l'exposition, l'abondance et la variété des expériences effectuées pour la plupart par l'auteur lui-même.

La première édition du traité de M. Wood parut en 1905, sous le titre *Physical Optics*.

« Ce livre, écrit l'auteur dans la Préface, n'a aucune prétention à l'originalité au point de vue mathématique : les théories mathématiques ont été empruntées à divers auteurs, et l'on peut y rencontrer de nombreux plagiats. L'excellent exposé mathématique de Drude, basé sur les théories électromagnétiques, a été suivi de très près, c'est pourquoi nous le signalons ici. De nombreux emprunts ont été faits à d'autres ouvrages classiques, en particulier à celui de Verdet. »

Le succès de l'ouvrage de M. Wood, joint aux rapides progrès de l'optique physique à l'époque où il fut publié, rendirent bientôt nécessaire la préparation d'une seconde édition. Elle parut en 1911, plus volumineuse que la première. On avait bien cherché à l'alléger un peu par la suppression de quelques paragraphes jugés de moindre importance, mais les additions avaient pris le dessus si bien qu'au total, le traité gagnait 150 pages et 100 figures environ. Ces ajoutes portaient sur presque toutes les parties de l'ouvrage qu'elles enrichissaient, en outre, de trois chapitres nouveaux traitant de l'Optique météorologique, de l'Électro-optique et du principe de relativité.

Loin de modifier la physionomie propre de son livre, l'auteur en marquait davantage le trait essentiel : « Les nombreuses additions faites dans le corps de l'ouvrage, nous avertit M. Wood dans la préface, concernent presque exclusivement les dispositifs expérimentaux, et les parties supprimées traitent surtout de

considérations mathématiques dont la perte ne se fera sans doute pas sentir. »

C'est sur cette seconde édition qu'a été faite la traduction française de MM. Vigneron et Labrouste. « Nous nous sommes efforcés, disent-ils, de suivre le texte d'aussi près que possible, traduisant parfois même mot à mot, afin de laisser mieux transparaître l'idée de l'auteur et de permettre ainsi au lecteur de se faire par lui-même une opinion sur les idées originales, les aperçus nouveaux et le mode d'exposition très personnel de M. Wood. »

L'ouvrage original étant très compact, les traducteurs ont jugé plus commode de le diviser en deux tomes.

Le tome I, traduit par M. Vigneron, traite de l'*Optique ondulatoire*, c'est-à-dire des phénomènes lumineux dans la théorie desquels la nature physique du vecteur lumineux n'a pas à intervenir. Le tome II, traduit par M. H. Labrouste, traite des théories modernes de l'optique et comporte des additions de l'auteur sur les recherches postérieures à la publication de la seconde édition anglaise. Ces compléments font, de la traduction française, une troisième édition mise à jour de l'œuvre du professeur américain.

Le premier volume de l'*Optique physique* a seul paru jusqu'ici.

Ce n'est pas, à proprement parler, un livre de début ; mais les étudiants déjà initiés et les professeurs y trouveront des vues générales très intéressantes ; de précieuses indications sur la préparation et la réalisation de maintes expériences difficiles ; de très ingénieuses applications de la photographie à l'étude des phénomènes physiques ; de judicieuses observations et d'importants détails sur l'emploi pratique des instruments les plus délicats ; de très belles expériences surtout : telles que la production du mirage sur la table de travail, celle de la dispersion anomale de la vapeur de sodium, etc. : un modèle enfin d'exposition à la fois claire et précise.

Terminons ce compte rendu par un aperçu rapide de la table des matières :

Ch. I. *La nature ondulatoire de la lumière :* anciennes théories (Newton et Huygens) ; théorie de Fresnel, de Kelvin ; théorie électro-magnétique. Généralités sur les ondes : mouvement périodique simple, propagation ; fréquence et longueur d'onde ; sources ; écrans colorés et filtres lumineux. Vitesse de la lumière : Roemer, Bradley, Fizeau, Foucault, expériences de

Michelson, de Newcomb, train d'onde, principe de Döppler-Fizeau.

Ch. II. *Propagation rectiligne de la lumière.* Principe d'Huygens-Fresnel. Vérification expérimentale. Applications. Réseaux zonés.

Ch. III. *Réflexion de la lumière sur les surfaces planes et les surfaces courbes.* Photographies d'ondes sonores destinées à illustrer les phénomènes optiques.

Ch. IV. *Refraction de la lumière à travers les surfaces planes et les surfaces courbes.* Prismes, lentilles. Réfraction astronomique. Théorie du Soleil (Schmidt). Mirage. Scintillation. Méthode des stries (Töpler) pour rendre visibles les régions d'un milieu transparent, dont l'indice diffère peu de celui des régions avoisinantes.

Ch. V. *Dispersion.* Achromatisme. Pouvoir de résolution des prismes. Applications. Dispersion anomale. Son influence possible sur les phénomènes lumineux dus aux Soleil (W. Julius).

Ch. VI. *Interférences de la lumière.* Généralités. Production. Propagation de l'énergie vibratoire dans un système de franges d'interférences... Interférences en lumière blanche. Applications. Achromatisme. Cas de la lumière polarisée. Couleurs des lames minces. Anneaux de Newton. Couleurs des cristaux. Ondes stationnaires. Photographie des couleurs (Lippmann).

Ch. VII. *Diffraction de la lumière.* Généralités. Réseaux. Théorie du microscope (Abbe). Réseaux à dents de scie. Réseaux concaves. Diffractions par les ouvertures ou les écrans circulaires. Théorie de Fresnel. Spirale de Cornu. Applications. Franges de Talbot.

Ch. VIII. *Les spectroscopes interférentiels. La résolution des raies spectrales.* Interféromètres de Michelson, de Fabry et Pérot, de Lumner et Gehrcke. Réseaux à échelons. Pouvoir séparateur et ordre spectral.

Ch. IX. *Polarisation rectiligne de la lumière.* Polarisation par réflexion, réfraction, double réfraction. Lois de Brewster et de Malus.

Ch. X. *Double réfraction.* Construction d'Huygens. Théorie de Fresnel. Surface des vitesses normales, surface d'onde. Réfraction conique. Couleur des lames minces cristallines. Surfaces isochromatiques.

Ch. XI. *Polarisation circulaire et elliptique.*

Ch. XII. *Optique météorologique.* Arc-en-ciel. Halos. Faux soleils, etc.

J. T.

XII

RADIOACTIVE SUBSTANCES AND THEIR RADIATIONS, by E. RUTHERFORD, in-8°, VII-699 pages. — Cambridge, University Press, 1913.

Écrivain aussi infatigable que laborieux chercheur, le célèbre physicien anglais n'a pas hésité à écrire un livre entièrement nouveau au lieu d'une troisième édition remaniée de sa « Radioactivity ». Il a été rendu compte ici même de la deuxième édition de ce dernier ouvrage, parue en 1905 un an après la première, et il va sans dire que nos lecteurs peuvent appliquer aux « Radioactive Substances » ce qui a été dit, à propos de la « Radioactivity », de la maîtrise avec laquelle le sujet se trouve traité. Quant au contenu de l'ouvrage, malgré le changement du titre et de la rédaction, il reprend évidemment une bonne partie de ce qui se trouvait exposé dans le précédent, puisqu'il a toujours pour objet de faire connaître, d'une manière exacte et complète, l'état actuel de nos connaissances sur les phénomènes radioactifs. Seulement, le traitement en est tout différent, et cela se comprend à merveille. Depuis huit ans beaucoup de travaux ont été publiés sur les déterminations fondamentales déjà abordées dès le début des recherches. Elles ont, naturellement, fourni des résultats plus exacts. Dès lors, il convenait de les substituer aux données plus ou moins provisoires qui ont servi de point de départ, ne laissant plus à celles-ci que la rapide mention à laquelle leur donnera toujours droit leur rôle historique. Mais d'autres sont venues s'y joindre, qu'il a fallu incorporer dans la trame du sujet. Pour celles-là nous ne pouvons mieux faire que de laisser la parole à l'éminent auteur, qui a pris soin de les signaler lui-même au public dans sa préface.

« Il y a eu un très grand progrès dans l'étendue et la précision de nos connaissances sur les radiations émises par les substances actives, sur la nature de leur absorption par la matière, et sur leur connexion avec les transformations. La découverte des méthodes de numération de particules α séparées s'est montrée très utile non seulement pour étendre notre connaissance des rayons α, mais aussi pour obtenir des données précises en vue du calcul de nombre de grandeurs importantes de la radioactivité et de certaines grandeurs atomiques. La découverte du recul des atomes radioactifs par suite de l'expulsion de particules α s'est montrée très précieuse comme moyen

de séparation des substances radioactives et, ainsi, nous a permis d'aborder l'étude d'un autre type très intéressant de radiations corpusculaires. Nos connaissances sur les séries de transformations des substances radioactives se sont fort développées. En 1905, on connaissait vingt de ces corps ; actuellement leur nombre s'élève à trente-cinq, et certains indices font croire que quelques-uns sont encore à découvrir.

» L'étude de la radioactivité a pour objet non seulement les radiations et les transformations de substances actives, mais aussi la distribution entre les minéraux et en général dans la croûte terrestre, ainsi que dans l'atmosphère, de la matière active et de ses produits de transformation. Aux recherches de de Strutt, de Joly et d'autres, nous devons de précieuses contributions à notre connaissance de la teneur et de la répartition da la matière active dans les roches typiques, et aussi des indications sur l'importance des effets calorifiques concomitants sur la chaleur interne du globe et sur les évolutions géologiques en général. Les investigations d'Elster et Geitel, d'Eve et d'autres, ont montré clairement que l'état électrique de notre atmosphère est indubitablement affecté d'une manière sensible par la manière dont la matière active y est répartie. L'emploi des substances radioactives en thérapeutique a pris une grande extension, mais l'examen de cette question ne rentre pas dans le cadre du présent volume.

» Il y a un aspect qui n'a guère dû subir de changement dans le développement du sujet ; car il n'y a pas eu de modification essentielle dans la théorie des transformations avancée pour expliquer les phénomènes radioactifs. Non seulement on l'a trouvée apte à fournir une explication plausible de tous les faits connus jusqu'à présent, mais elle a suggéré bien des directions de recherches qui ont abouti à de vastes accroissements de nos connaissances.

» Les passages de mon ouvrage antérieur que j'ai cru devoir retenir sont, principalement, ceux qui traitent de l'ionisation des gaz et des méthodes de mesure radioactives. Il me semblait, en effet, que le livre ne serait nullement complet sans un bref aperçu sur ces importantes questions. J'ai ajouté trois courts appendices, dont le sujet n'a pu être incorporé dans le volume lui-même. Dans le premier on trouve exposées les méthodes pour mesurer des quantités de radium. Le second contient une brève description de la remarquable méthode imaginée par C. T. R. Wilson, pour rendre visibles les trajets de particules α

et β individuelles. Je suis très obligé à M. C. T. R. Wilson, pour l'autorisation de reproduire deux des admirables photographies qu'il a obtenues. Enfin, le troisième résume les progrès faits dans les procédés d'inscription des effets produits par des particules individuelles, et dans le dénombrement des particules émises par les substances radioactives ».

V. S.

XIII

Notes et Formules de l'Ingénieur, par De Laharpe, 17e éd. Un volume in-8° de VIII-2672 pages et 2212 figures. — Paris, L. Geisler, 1913.

L'aide-mémoire de M. De Laharpe est connu de tous ceux qui s'occupent des branches de l'ingénieur. La 17e édition de cet ouvrage appelle tout particulièrement l'attention des intéressés.

La rapidité déconcertante avec laquelle évolue l'industrie, et les progrès incessants de la science créent le besoin d'ouvrages conçus à un point de vue de plus en plus complexe, de plus en plus moderne.

Pour éviter cette sécheresse qui rend le maniement des formulaires si pénible quand il s'agit de se remémorer une partie des sciences techniques, ou de puiser des renseignements relatifs à une branche dans laquelle le lecteur ne s'est pas spécialisé, on a adopté, dans l'ouvrage que nous présentons, une forme grâce à laquelle tous les développements utiles ont pu être donnés, à côté des données purement techniques, de sorte que l'ingénieur y trouvera, non seulement le document cherché, mais encore un exposé suffisamment développé de sa valeur.

L'ouvrage est dû à l'active coopération d'une vingtaine de spécialistes.

Parmi ceux-ci, nous trouvons M. Barbillion, le savant directeur de l'Institut Électrotechnique de Grenoble, qui a rédigé la partie relative à l'électricité, et qui mérite une mention toute spéciale ; M. A. Witz, que tous nos lecteurs connaissent et dont l'éloge n'est plus à faire, qui a traité la question des gaz industriels, des moteurs à gaz et à pétrole.

L'étude des mines est de M. Lebreton ; celle de la métallurgie

a été abordée par M. Anglès d'Auriac : elle n'a sans doute d'équivalent dans aucun ouvrage similaire.

M. Van Engelen, de l'Université de Gand, a développé la partie mathématique et s'est réservé la mécanique pure et appliquée, cette dernière étant traitée suivant la méthode de M. Boulvin.

Un officier du génie, M. le capitaine Baudran, a rédigé les parties concernant les routes et chemins de fer ; un autre officier de la même arme, M. le capitaine Pujol, a traité la résistance des matériaux, les constructions et les ouvrages d'art.

Citons encore MM. Bastié, André, Moreau, Dupont et Elluin, qui se sont occupés, respectivement, de l'hydraulique, de l'aviation, de l'automobilisme, des transporteurs, de la législation et des brevets.

Voici, pour donner une idée des points traités dans l'ouvrage, une table des matières que nous avons réduite à sa plus simple expression.

I. *Mathématiques.* Tables. — Arithmétique. — Fonctions circulaires et hyperboliques. — Calcul différentiel et intégral. — Géométrie analytique. — Surfaces et volumes (144 pp.).

II. *Mécanique rationnelle.* Principes fondamentaux. — Statique. — Cinématique. — Dynamique. — Résistance des matériaux (227 pp.).

III. *Éléments de machines.* Vis et filetage. — Clavettes. — Rivures. — Engrenages. — Roues de friction. — Transmission par courroie. — Poulies. — Transmission par câble. — Tourillons. — Arbres de transmission. — Accouplement d'arbres. — Embrayages. — Supports des arbres. — Huile de graissage. — Chaînes et câbles pour appareils de levage. — Crochets. — Freins. — Pistons. — Mécanisme à bielle et manivelle. — Cylindres et conduites. — Soupapes. — Appareils régulateurs (221 pp.).

IV. *Hydraulique.* Hydrostatique. — Hydrodynamique. — Tuyaux de conduite. — Distribution des eaux. — Canaux et rivières. — Roues hydrauliques. — Turbines. — Régulateurs des récepteurs hydrauliques. — Assainissement (192 pp.).

V. *Puissance motrice de l'air en mouvement* (8 pp.).

VI. *Chaleur.* Propriétés thermiques des corps. — Transmission de la chaleur. — Chauffage. — Services d'eau chaude. — Ventilation. — Hygrométrie et séchage. — Thermodynamique. — Gaz permanents. — Vapeurs. — Écoulement des fluides (152 pp.).

VII. *Chaudières à vapeur.* Combustibles. — Cheminées et tirage. — Foyers. — Rendement thermique. — Types des générateurs. — Construction et dimension des chaudières. — Générateurs de navigation. — Emploi du pétrole. — Documents administratifs (111 pp.).

VIII. *Machines à vapeur.* Dimensions. — Distributions. — Condensation. — Turbines à vapeur. — Machines marines. — Turbines marines (92 pp.).

IX. *Gaz industriels.* Classification. — Moteurs à gaz; à pétrole (35 pp.).

X. *Applications des machines.* Pompes. — Ventilateurs. — Compresseurs. — Appareils de levage. — Transporteurs. — Machines frigorifiques (139 pp.).

XI. *Chemins de fer.* Traction sur voie ferrée. — Classification. — Matériel roulant. — Voie normale. — Exploitation technique. — Voies étroites. — Tramways. — Cas particuliers de traction. — Tracé. — Terrassements (112 pp.).

XII. *Routes.* Profil en long et tracé. — Profil en travers (12 pp.).

XIII. *Automobiles.* Frottement de roulement. — Classification. — Construction. — Moteurs. — Embrayages. — Changements de vitesse. — Pont arrière et différentiels. — Direction. — Freins (59 pp.).

XIV. *Aviation.* Généralités. — Dynamique de l'aéroplane. — Moteurs. — Aéroplanes (28 pp.).

XV. *Constructions et ouvrages d'art.* Maçonneries. — Charpentes. — Ponts (192 pp.).

XVI. *Mines.* Géologie. — Recherche du gisement. — Exploitation à ciel ouvert; en carrière souterraine; souterraine : puits. — Agents Moteurs. — Abatage. — Galeries. — Aménagements. — Transport. — Aérage. — Éclairage. — Épuisement des eaux. — Accidents (204 pp.).

XVII. *Métallurgie.* Statistique. — Fonte. — Fer et acier. — Métaux autres que le fer (137 pp.).

XVIII. *Électricité.* Notations, unités, phénomènes généraux. — Production et utilisation des courants continus. — Production et utilisation des courants alternatifs. — Canalisations électriques. — Transport de l'énergie électrique. — Transformation des courants. — Accumulateurs. — Éclairage. — Traction. — Commande des machines-outils et appareils de manœuvre. — Mesures électriques usuelles. — Électrochimie et électrométallurgie (530 pp.).

XIX. *Renseignements divers.*

La 17e édition des *Notes et Formules de l'Ingénieur* n'est pas une simple mise à jour de l'édition précédente : elle n'en a conservé que ce qu'il y avait de meilleur, et a été entièrement constituée en matériel neuf.

Un examen détaillé de l'ouvrage exigerait des développements excessifs et la coopération de plusieurs spécialistes.

Nous avons, pour notre part, examiné les chapitres contenant les matières avec lesquelles nous avons quelque familiarité, comparativement avec une précédente édition et des ouvrages similaires; nous avons accordé, sans hésitation, la palme au dernier formulaire de Laharpe. Nous avons ensuite parcouru d'autres chapitres, dans lesquels se traitaient des matières dont nous ne connaissions que les données fournies, dans les universités, aux candidats ingénieurs : nous avons été frappé de la clarté de l'exposé, de la précision des détails et de leur côté pratique.

La partie de l'aide-mémoire qui nous a paru un peu faible est la table alphabétique des matières. A notre avis, elle présente, dans un ouvrage de l'espèce, un très grand intérêt.

C'est, en effet, bien souvent le *détail* que l'on recherche dans l'aide-mémoire ; une table alphabétique très développée permet à l'ingénieur de gagner un temps précieux.

L'éditeur nous permettra de lui proposer comme modèle du genre, la table du petit aide-mémoire d'électricité que publie, annuellement, la maison Dunod et Pinat.

Quoi qu'il en soit, notre critique ne diminue en rien la valeur intrinsèque de l'ouvrage ; elle suggère seulement un moyen de rendre son utilisation plus « automatique », si on peut dire.

Si parmi nos lecteurs, il se trouve de jeunes candidats au grade d'ingénieur, nous leur conseillons tout particulièrement l'achat du volume, qui leur rendra aisée l'exécution des travaux d'application qu'ils ont parfois tant de peine à mener à bien, faute de renseignements pratiques précis et de directions sur la manière de traiter les problèmes imposés.

Bref, nous avons là un excellent ouvrage qui figurera toujours avec honneur dans la bibliothèque des ingénieurs et des praticiens.

J. H.

XIV

Les moteurs a combustion interne, par Aimé Witz, Doyen de la Faculté libre des sciences de Lille, correspondant de l'Institut. (Ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque de mécanique appliquée* de l'*Encyclopédie Scientifique*). Un vol. in-18 Jésus, de 336 pages. — Paris, Doin, 1913.

On sait la place chaque jour plus importante que prennent dans l'industrie les moteurs à combustion interne. Un intérêt évident devait donc s'attacher à un volume, de dimensions restreintes, qui en fournit une théorie et une description d'ensemble ne négligeant aucun point essentiel sans toutefois se perdre en des détails qui ne sauraient s'adresser qu'aux seuls spécialistes. Nul, plus que le savant doyen de la Faculté libre des sciences de Lille, n'était qualifié pour écrire un tel volume.

Faisant connaître, dans sa préface, l'idéal qu'il a cherché à réaliser — dans la mesure de ses moyens, ajoute-t-il trop modestement — l'auteur formule cette remarquable observation : « Avec beaucoup d'ordre et de méthode, on peut rester clair en devenant très précis, et il est possible d'être complet sans tout dire ; il y a un art de faire entendre et deviner ce qu'on ne dit pas ». Cette définition du but poursuivi nous semble admirablement caractériser le résultat obtenu par M. Witz dans son excellent petit volume appelé, nous n'en doutons pas, à trouver le meilleur accueil auprès de tous ceux qu'à un titre quelconque intéresse la question des moteurs.

Renvoyant, pour le rappel des principes de la thermodynamique, et des propriétés des corps combustibles, dont il aura besoin, à la remarquable *Théorie des machines thermiques* de M. Jouguet, qui fait partie de la même collection (1), l'auteur commence, dans une introduction d'une trentaine de pages, par faire un historique raisonné de l'évolution des moyens utilisés en vue de transformer l'énergie calorifique en énergie mécanique depuis la rudimentaire « machine commandant l'eau » du marquis de Worcester jusqu'à l'admirable moteur Diesel produisant le cheval-heure effectif avec une dépense de moins de 180 grammes de pétrole quelconque.

(1) Voir le compte rendu qui en a été donné dans la livraison d'octobre 1909 de la Revue (p. 605).

Le sujet propre du volume est exposé en trois livres, l'un, d'une soixantaine de pages, traitant de la théorie des moteurs à combustion interne, un autre, d'environ deux cents pages, consacré à la description des divers types de ces moteurs, le dernier, d'un peu moins de quarante pages, à leurs applications.

C'est, bien entendu, dans le premier de ces deux livres que le savant auteur a apporté la part de contribution personnelle la plus large. On sait qu'il a émis sur le sujet des idées originales qui n'ont pas laissé de provoquer quelques résistances. Sa théorie cyclique, qui consiste à traiter le problème comme si l'on avait affaire à un cycle fermé, a soulevé des objections. Il y répond par la remarque que l'approximation qu'il obtient ainsi est de l'ordre de celles qui sont admises en la matière.

« Faisons observer — dit-il, en effet — que cette approximation est suffisante et que l'on peut s'en contenter ; en effet, il est tout à fait inutile et même déplacé de poursuivre une rigueur mathématique dans des calculs qui reposent d'ailleurs sur un grand nombre de fictions et d'hypothèses, telles que la constance des chaleurs spécifiques, l'adiabaticité des compressions et des détentes, la réalité de transformations à pression constante et à volume constant, etc. En admettant que le cycle est fermé, nous nous exposons à commettre une erreur bien moindre qu'en négligeant l'action des parois, qui s'exerce dans toutes les machines thermiques et que les théories ne cherchent même pas à évaluer. »

L'auteur ne manque pas, au reste, de signaler l'identité de l'expression du rendement que donne sa théorie et de celle qui résulte d'autres théories dont le point de départ peut sembler plus rigoureux.

Il complète, d'ailleurs, la théorie générique, qui repose sur un certain nombre de fictions, par la théorie expérimentale dont Hirn a eu la gloire de poser les fondements et qui a dû à M. Witz lui-même de notables perfectionnements (indiqués au Chapitre VII). Entre ses mains, particulièrement, cette théorie a conduit à préciser les actions de paroi d'où résulte un abaissement sensible des rendements.

La monographie des divers moteurs occupe tout le second livre divisé en trois chapitres relatifs respectivement aux moteurs à combustible solide, gazeux et liquide. Nous ne relèverons pas ici la liste de tous ces moteurs, nous contentant de dire qu'aucun de ceux qui offrent quelque importance pour la pratique ne manque à l'appel, que l'essentiel du dispositif de chacun

d'eux est exactement analysé, que leurs caractéristiques sont nettement mises en évidence.

Le dernier livre permet de jeter un coup d'œil d'ensemble sur les applications si variées que trouvent aujourd'hui les moteurs thermiques non seulement dans l'industrie fixe, petite et grande, mais encore dans celle des transports sur terre et sur eau, sans parler de l'aviation qui, ainsi que le remarque l'auteur, « a dû aussi tous ses succès aux moteurs ultra-légers et résistants qui ont été mis à sa disposition, et sans lesquels elle serait restée un rêve ».

Rempli tout à la fois d'idées neuves, d'aperçus ingénieux et de renseignements d'une haute utilité pratique que, nulle part ailleurs, sans doute, on ne trouverait réunis en si grand nombre sous un si mince volume, l'ouvrage de M. Witz est appelé, sans conteste, à constituer un des moyens les plus efficaces de pénétrer dans l'exacte connaissance des moteurs thermiques.

PH. DU P.

XV

FREINAGE DU MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER, par P. GOSSEREZ et A. JONET, ingénieur et inspecteur au service du matériel roulant des Chemins de fer de l'Est (Ouvrage faisant partie de la *Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie* de l'*Encyclopédie scientifique*). Un vol. in-18 jésus de 446 pages. — Paris, Doin, 1913.

A côté des volumes où sont exposées, dans leurs grandes lignes, les diverses branches d'application de la mécanique aux sciences techniques, la *Bibliothèque de Mécanique appliquée* de l'*Encyclopédie scientifique* consacre des volumes spéciaux, plus détaillés, aux questions qui, en ce domaine, sont plus particulièrement à l'ordre du jour et sollicitent d'une façon en quelque sorte plus directe l'attention des ingénieurs.

A de telles questions se réfère souvent une littérature déjà abondante avant que personne ne se soit encore avisé de la coordonner et de la condenser en un exposé d'ensemble propre à éviter, à celui qui veut se livrer à une étude approfondie du sujet, une multitude de lectures éparses en de multiples recueils.

Tel nous semble avoir été jusqu'ici le cas de la question du

freinage du matériel de chemin de fer, question d'un intérêt qui croît de jour en jour, en même temps que la vitesse des trains, et dont il y avait une utilité véritable, en vue de préparer les progrès de demain, à fixer en un livre spécial, l'état présent.

C'est à une telle œuvre qu'avec un soin remarquable se sont attachés deux spécialistes des plus distingués, MM. Gosserez et Jonet, ingénieurs des arts et manufactures, l'un ingénieur, l'autre inspecteur au service du matériel roulant des chemins de fer de l'Est.

Les idées directrices qui les ont guidés dans l'élaboration de leur ouvrage sont indiquées dans leur avant-propos sous une forme si nette que nous croyons ne pouvoir mieux faire que de repoduire ici ce passage :

« 1° *Passer rapidement en revue les principales inventions antérieures à l'époque actuelle.* Cela nous a paru nécessaire parce qu'il arrive fréquemment que des inventeurs, faute d'une documentation suffisante, proposent comme nouveaux, aux administrations de chemins de fer, des dispositifs qui ont déjà été essayés et même appliqués, puis abandonnés.

» 2° *Présenter l'état actuel de la question*, à la fois au point de vue pratique en décrivant pour chaque application ce qui nous a paru constituer l'appareil-type le plus intéressant et, au point de vue théorique, en exposant sous une forme aussi concise que possible, les différentes études faites jusqu'à ce jour, et qui ont abouti à l'établissement des formules en usage pour déterminer les conditions de freinage, soit d'un véhicule considéré isolément, soit d'un train pris dans son ensemble.

» 3° *Signaler dans quel sens des expériences sont actuellement entreprises en vue de réaliser des perfectionnements destinés à répondre à de nouvelles nécessités d'exploitation des grands réseaux.*

» 4° Enfin, d'une manière plus générale, *indiquer quelles sont les conditions que devrait remplir un frein parfait*, ainsi que les tentatives déjà faites en vue de se rapprocher, autant que possible, d'une manière pratique, de ces conditions. »

Qu'il nous suffise d'ajouter que MM. Gosserez et Jonet ont su remplir ce programme de la façon la plus heureuse.

Le livre s'ouvre par un historique rapide et fort intéressant qui s'étend depuis la première apparition des freins appliqués aux véhicules (qui ne remonte pas au delà du dernier tiers du XVIIIe siècle) jusqu'à nos jours. On peut s'étonner que l'existence des freins soit de date relativement si récente. Les auteurs en

donnent cette explication bien simple que le besoin ne s'en est fait sentir qu'à partir du moment où l'état des surfaces sur lesquelles roulaient les véhicules rendait possible leur progression, sans effort de traction, sur les parties déclives. Or, ce n'est que dans le dernier tiers du XVIIIe siècle que cette circonstance s'est produite par suite, d'une part, de l'établissement de chaussées vraiment roulantes par Trésaguet, en France, et Mac Adam, en Angleterre, de l'autre, de l'adoption de rails en fonte pour la circulation des wagonnets dans les mines anglaises. Mais que de chemin parcouru depuis la primitive « mécanique » des antiques pataches jusqu'aux freins continus des grands rapides modernes !

Cette introduction mise à part, le volume se divise en deux parties relatives, peut-on dire sommairement, l'une à la pratique, l'autre à la théorie du freinage. Chacune d'elles comprend, au reste, deux grands chapitres ayant trait l'un aux freins à main, l'autre aux freins continus.

Parmi les freins à main, les auteurs distinguent les freins manœuvrables du sol, les freins de guérite, pour lesquels ils examinent successivement la timonerie, le mécanisme intermédiaire et le mécanisme de commande, enfin les freins à déclenchement et à travail emmagasiné parmi lesquels ils décrivent les types Bricogne, Lapeyrie, Mestre (à cric et barillet à réglage automatique). Ils terminent le chapitre en indiquant les règles, dérivées de notions tout élémentaires de cinématique et de résistance des matérieux, à observer dans l'établissement d'un frein, et faisant connaître les dispositifs ayant pour effet de proportionner l'effort de freinage au poids du véhicule.

Le chapitre consacré aux freins continus est naturellement beaucoup plus développé, s'attachant successivement aux freins à air comprimé dont le premier type a été réalisé en 1869 par M. G. Westinghouse, et que le même inventeur a rendus automatiques en 1872, puis aux freins à vide, dont la première réalisation, sous forme du système Smith, remonte également à l'année 1872.

Il ne nous est pas possible d'entrer ici dans le détail de toutes les questions abordées par les auteurs à l'occasion de ces freins et de ceux, de types très divers, qui en ont été les succédanés. Disons d'un seul mot qu'il n'est pas un seul des perfectionnements y ayant été successivement apportés que les auteurs ne fassent très exactement connaître.

La question capitale des accouplements entre véhicules

contigus, en vue d'assurer la continuité de fonctionnement de tels freins, est traitée à fond dans une section spéciale.

Pour la théorie du freinage par les freins à main, les auteurs résument avec une parfaite clarté les importantes recherches de Thoyot, de Massieu, de Bricka, ainsi que celles toutes récentes de M. Maison, faisant ressortir les règles utilisables en pratique qui en résultent et dont un ensemble se trouve codifié dans les règles ministérielles françaises du 4 janvier 1910.

En ce qui concerne les freins continus, les auteurs, après avoir établi l'équation des freins, développent, sur le frottement, les considérations générales qui résultent des expériences de MM. Vuillemin, Guebhard et Dieudonné, et de celles, très complètes, du capitaine Douglas-Galton ; ils reproduisent, à cette occasion, un remarquable passage de Vicaire sur les effets du calage des roues.

Cette étude les conduit à formuler les conditions que doit remplir un frein continu et à établir, d'après M. Doyen, la formule générale du freinage.

Le paragraphe réservé aux conclusions, après l'énoncé des desiderata auxquels devrait répondre un frein continu automatique idéal, montre comment et dans quelle mesure les inventions acquises jusqu'ici permettent d'y satisfaire.

A titre d'annexe, le volume reproduit le protocole final, en date du 11 mai 1909, de la Commission internationale chargée d'élaborer un programme des conditions que doit remplir un frein continu pour trains de marchandises, et contient une liste complète des brevets français relatifs au freinage du matériel de chemin de fer, délivrés depuis l'année 1859 jusque et y compris l'année 1911.

G. C.

XVI

Propagation des Courants électriques dans les conducteurs téléphoniques et télégraphiques, par J.-A. Fleming. Un vol. in-8° de IX-348 pp. — Paris, Gauthier-Villars, 1913.

Cet ouvrage qui vient d'enrichir la *Bibliothèque des Annales des postes, télégraphes et téléphones* n'est que la reproduction ou plus exactement la mise en œuvre des notes que M. J.-A.

Fleming, l'éminent professeur de l'University College de Londres, avait rassemblées en vue des deux séries de conférences qu'il a données à l'Université de Londres dans le laboratoire d'électricité Pender, au cours de l'année 1910-1911. C'est M. C. Ravut, ingénieur des postes et télégraphes, qui s'est chargé de le présenter, en une excellente traduction, aux lecteurs de langue française.

Le but que s'étaient proposé les promoteurs de ces deux séries de leçons avait été de permettre aux ingénieurs de se tenir au courant des recherches scientifiques et techniques les plus récentes dans ces deux branches spéciales de la technique électrique : la télégraphie et la téléphonie. Les travaux sur ces matières sont disséminés dans d'innombrables publications et revues, difficiles à trouver et presque inaccessibles à la plupart des ingénieurs, à cause de l'appareil mathématique dont ils se trouvent le plus souvent hérissés. Rassembler ces travaux, les coordonner, les mettre à la portée des ingénieurs versés depuis longtemps dans la technique mais désireux de tirer parti, pour leur propre enseignement et le perfectionnement de leurs techniques, des dernières données de la science, telle est l'œuvre qui s'imposait à M. Fleming. Les ingénieurs qui étudieront l'ouvrage pourront se rendre compte que l'éminent professeur n'est pas resté au-dessous de sa tâche. C'est d'ailleurs sur l'invitation de ses auditeurs et de nombreuses personnes empêchées d'assister à ses conférences, qu'il s'est décidé à publier ses notes.

Comme il le dit lui-même dans son introduction, « l'auteur a tout d'abord donné une introduction mathématique qui permettra à n'importe quel technicien d'acquérir facilement une connaissance pratique des opérations et des méthodes mathématiques indispensables dans la conduite des calculs nécessités par l'exposé de la question ; en second lieu, il s'est efforcé de présenter sous une forme aussi simple que possible l'étude mathématique ; troisièmement il a cherché, en illustrant la théorie par des exemples, à faire que n'importe quel lecteur pût facilement effectuer les calculs arithmétiques en utilisant les fonctions hyperboliques, suivant les méthodes qui ont été admirablement imaginées par le professeur Kennelly et exposées par lui dans de nombreuses notes. »

Ainsi qu'on vient de le lire, M. Fleming commence son ouvrage par une longue introduction mathématique qui occupe tout le premier chapitre. Le deuxième chapitre est consacré à l'étude de la propagation des ondes électro-magnétiques. L'auteur y fait

un heureux usage de l'analogie, dans le but de donner à ses lecteurs une conception bien nette du mécanisme d'un champ électro-magnétique. Il ne craint pas d'y résumer en quelques paragraphes les dernières conclusions qu'ont tirées de la théorie des électrons MM. J.-J. Thomson, J. Larmor, Rowland et Pender. Puis, après avoir défini les différentes grandeurs à considérer dans les phénomènes étudiés, il recherche les équations qui traduisent les relations que l'on peut envisager dans la propagation d'une perturbation électro-magnétique le long d'une paire de fils.

Le troisième chapitre tout entier est réservé à la téléphonie. Après une étude mathématique de la propagation des courants périodiques simples dans les câbles téléphoniques, on y parcourt tous les cas possibles : câble infiniment long, ligne de longueur finie à extrémité isolée ou en court circuit, etc...

Dans les six chapitres qui suivent, M. Fleming aborde les applications pratiques des problèmes généraux qu'il vient de résoudre. Nous nous contenterons d'en donner les titres :

Ch. IV. Téléphonie et câbles téléphoniques.

Ch. V. Propagation du courant dans les câbles sous-marins.

Ch. VI. Transmission par les fils aériens des courants de haute fréquence et des courants de très basse fréquence.

Ch. VII. Mesures électriques et recherche des constantes des câbles.

Ch. VIII. Calcul des câbles et comparaison de la théorie avec la pratique.

Ch. IX. La pratique des câbles pupinisés.

Notons, dans le chapitre IV, un résumé des remarquables études de M. Oliver Heaviside sur la téléphonie et des premières applications pratiques que M. Pupin fit de ses conclusions en préconisant pour la téléphonie l'emploi de câbles chargés, c'est-à-dire de câbles comportant des bobines d'induction insérées de place en place. M. Fleming n'a pas omis de faire connaître à ses lecteurs, la théorie du câble de S.-P. Thomson à shunts inducteurs, ainsi que l'étude de ce câble par Roeber.

Ajoutons pour terminer que de nombreuses tables, diagrammes et renseignements pratiques, empruntés pour la plupart aux travaux du professeur Kennelly de la Harvard University et du major O'Meara, ingénieur en chef du General Post Office, sont disséminés dans l'ouvrage et permettent le calcul pratique des installations de téléphonie et de télégraphie.

I. T.

XVII

Les Textiles végétaux, par J. Beauverie. Préface de M. le Prof. H. Lecomte. (Ouvrage faisant partie de la Collection *Encyclopédie industrielle*, fondée par M. C. Lechalas). Un vol. gr. in-8° de 730 pages, 290 figures. — Paris, Gauthier-Villars, 1913.

A différentes reprises nous avons été amené, dans des comptes-rendus publiés dans cette Revue, à parler des fibres de l'une ou l'autre plante textile et souvent nous avons pu déplorer l'absence d'un ouvrage d'ensemble, capable de nous présenter le sommaire des connaissances actuellement acquises sur les nombreuses plantes textiles connues. Cette lacune était d'autant plus regrettable que les textiles deviennent de jour en jour plus importants, non seulement ceux qui peuvent être directement transformés en tissus, mais encore ceux dont les fibres entrent dans la fabrication de cordes et même dans celle de la pâte à papier.

Il y a déjà bien des années que M. le Prof. Lecomte, du Muséum d'histoire naturelle, avait commencé l'étude des textiles et qu'il aurait voulu publier sur leur ensemble un vade-mecum utile aux planteurs, aux commerçants et à l'ingénieur. C'est à M. Beauverie, de l'Université de Lyon, que nous devons la publication de cet ouvrage tant désiré et M. le Prof. Lecomte a bien voulu écrire quelques lignes d'introduction à ce travail.

M. Beauverie a divisé son texte en 36 chapitres, dont neuf sont consacrés à l'étude générale des fibres ; nous n'insisterons pas sur ces chapitres mais, sans empiéter longuement sur la teneur des suivants, nous croyons utile de renseigner, pour l'intérêt du lecteur, les principales fibres auxquelles l'auteur a consacré une monographie.

Nous signalerons pour mémoire les plantes des régions tempérées telles que : chanvre, ramie, ortie, saules et peupliers, lin, tilleuls, diverses *Typhacées*, diverses *Naïadacées*, etc., mais nous insisterons davantage sur les textiles de grand rapport qui font l'objet de cultures intensives, ou d'exploitations importantes, dans les régions tropicales.

En tête de celles-ci il faut naturellement classer le cotonnier, auquel l'auteur consacre à peu près 200 pages de son livre. Ce chapitre est précédé de notes botaniques dans lesquelles l'auteur a réuni entre autres des tableaux donnant les caractères des

principales espèces cultivées de cotonniers, la classification et la synonymie des principaux *Gossypium* connus.

De nombreux paragraphes sont consacrés aux maladies parasitaires et non-parasitaires, puis l'auteur nous donne un aperçu, par pays, de l'état de la culture et du commerce de ce textile. Naturellement ce n'est pas en 200 pages que la question peut être élucidée. Nous avons vu récemment encore paraître sur différents points de la vaste question cotonnière des travaux d'une haute importance, à ne citer, par exemple, que ceux de Lawrence Balls qui traitent de la génétique des cotonniers égyptiens. M. le Docteur Dekker a également, dans ses rapports préliminaires pour le Congrès des fibres de Soerabaja, publié toute une série de documents intéressants (1), et la question du coton sera à l'ordre du jour du prochain Congrès d'agriculture tropicale (Londres 1914) où se tiendra en même temps une Exposition de fibres dans laquelle le coton aura une large place.

Parmi les fibres exotiques, il faut encore attirer l'attention sur le jute, dont l'emploi s'est largement étendu, tant dans les régions tropicales, où il est cultivé, que dans nos régions tempérées, où nos industriels en consomment de jour en jour de plus fortes quantités.

M. Beauverie consacre également un certain nombre de pages au kapok. Cette fibre est destinée, à notre avis, à acquérir dans le monde une importance de plus en plus grande, car à côté de l'emploi, surtout important en Hollande, pour le rembourrage, elle a son emploi comme textile, à la suite de découvertes nouvelles faites en Allemagne. Souvent déjà nous avons eu l'occasion d'insister sur l'intérêt qu'il y aurait dans bien des régions coloniales à cultiver le kapokier et les espèces voisines, ou du moins à l'exploiter, et les Hollandais eux-mêmes seraient heureux de voir cette culture s'étendre davantage dans leurs colonies comme l'ont démontré, par exemple, les observations de M. le Prof. van Iterson, de la Faculté technique de Delft (2). Dans ce groupe de plantes à soie végétale, l'auteur a jeté un coup d'œil sur la série des Asclépiadacées et sur quelques Apocynacées ; il n'a pu malheureusement tenir compte des études toutes récentes sur certaines des plantes de cette famille, par exemple sur les *Funtumia* dont la culture est faite en première ligne pour le caout-

(1) H. de Bussy. Amsterdam. 1911-1912.
(2) Vezelstoffen, in *De Plant in nijverheid en handel.*

choue que l'on peut extraire du latex, au moins dans une espèce de ce genre, le *Funtumia elastica*.

Dans une autre partie de son travail, l'auteur étudie les fibres produites par les Monocotylées et il passe en revue les Liliacées, les Sansevières, les Amaryllidacées : les Agaves et les *Fourcroya*, diverses Broméliacées et en tête naturellement l'ananas, le *Musa textilis* auquel il faut ajouter également d'autres *Musa*, car le *Musa textilis* n'est pas la seule espèce utilisable. Enfin nous tenons encore à insister sur le chapitre consacré aux palmiers : il comporte une cinquantaine de pages et peut être considéré comme un bon résumé d'une question très compliquée qui est loin actuellement d'être élucidée.

Par cet aperçu très sommaire nous voyons que le travail répond bien au but que l'auteur s'est proposé et que M. le Prof. Lecomte avait signalé comme nécessaire : composer un ouvrage d'ensemble réunissant dans un même cadre les travaux actuellement dispersés.

Ce qui rend encore ce travail de haute valeur pour les recherches, c'est qu'il est accompagné d'une table des matières très étendue, d'une table des noms d'auteurs cités dans le volume et d'un appendice bibliographique renfermant 676 numéros, articles de revues ou ouvrages généraux, se rapportant à l'étude des textiles.

Cet appendice bibliographique est partiellement dressé par objet, c'est-à-dire que les titres des ouvrages sont rangés sous les rubriques des principales fibres telles que : coton, jute, ramie, lin, chanvre, kapok, etc.

Il serait intéressant que cet index puisse être tenu à jour et il serait à souhaiter que le succès du livre de M. Beauverie lui permette de publier, sans trop tarder, une nouvelle édition de cet ouvrage qui peut être considéré comme le livre de chevet de tous ceux qui s'intéressent, à un titre quelconque, à la question très complexe des textiles végétaux.

É. D. W.

XVIII

Dr Reno Muschler. — A manual flora of Egypt, with a preface by prof. Ascherson and prof. Schweinfurth. Deux volumes in-8° de XII-1312 pages. — Berlin, Friedlander, 1912.

Peu de pays africains possèdent une flore descriptive et le livre que vient de publier le Dr Muschler rendra bien des services. Depuis des années, l'étude de la flore égyptienne est poursuivie, mais elle était rendue très difficile par ce fait que les publications auxquelles il fallait recourir pour l'étudier étaient dispersées, et qu'il était dans certains cas difficile de les retrouver.

L'auteur a naturellement suivi dans son texte la classification adoptée par le prof. Engler. Il donne une description des groupes, des familles, des genres et des espèces, leur distribution dans la région considérée, les noms indigènes et une distribution sommaire en dehors du pays. La distribution a non seulement été signalée dans le texte du travail, mais elle a fait l'objet de tableaux dans lesquels l'auteur a donné un aspect de la distribution des plantes non seulement en Egypte, mais dans le bassin méditerranéen et dans le monde en indiquant quelles étaient les espèces purement endémiques. Ce tableau, dressé pour la première fois, permettra aux phyto-géographes qui désirent étudier la flore des confins de l'Égypte de se rendre compte des origines de certaines espèces, car, comme l'ont démontré les recherches des prof. Ascherson et Schweinfurth, et comme le mettent en relief les conclusions du Dr Muschler, si certaines espèces tendent à disparaître de l'Égypte sous l'action des modifications dues à la culture intensive, d'autres espèces sont en voie d'extension. Naturellement, l'auteur consacre, dans ce travail, un chapitre à la subdivision du pays en régions botaniques. Il en propose cinq, dont quelques-unes sont à leur tour divisées en sous-régions. Ce sont : région méditerranéenne ; région du delta Nilien ; Oasis du désert de Lybie ; région désertique ; région de la mer Rouge.

Il appuie cette subdivision sur des considérations géologiques et météorologiques et donne à ce sujet des tableaux des températures, de l'humidité et des chutes d'eau, ainsi que des listes d'espèces caractéristiques pour les régions, sans pour cela être toujours spéciales à l'Egypte.

M. Muschler a terminé son travail par un certain nombre d'énumérations : listes des plantes fréquemment cultivées, glossaire, liste alphabétique des noms arabes avec leur équivalent latin et il termine naturellement par un index alphabétique des noms des plantes admis et de leurs synonymes, facilitant ainsi, dans une très large mesure, l'emploi de cet ouvrage, qui doit se trouver sur la table de travail de tous ceux qui s'occupent, à un titre quelconque, de plantes africaines.

É. D. W.

XIX

La pression osmotique et le mécanisme de l'osmose, par Pierre Girard. Brochure in-8°, 18 pages. — Paris, A. Hermann et fils, 1912.

Après un exposé très clair du progrès historique des recherches et des théories générales sur l'osmose, l'auteur fait remarquer l'insuffisance de la théorie cinétique de Van 't Hoff à rendre compte du mécanisme physique de ce phénomène. La difficulté se complique encore des particularités de l'osmose biologique : passage de solutions isotoniques, ou même osmose négative. S'appuyant sur les recherches de M. Jean Perrin et sur les siennes propres, M. Girard propose, pour le cas de solutions d'électrolytes, une explication de l'osmose qui se fonde surtout sur la présence d'un champ électrostatique, et sur l'existence d'un signe électrique, positif ou négatif, des veines liquides qui traversent la membrane. Le jeu de ces deux facteurs déterminerait le sens de l'endosmose, indépendamment même, jusqu'à un certain point, du rapport des pressions osmotiques.

J. Maréchal.

XX

Traité de Chimie inorganique a l'usage des Universités, par A. F. Holleman, professeur de Chimie à l'Université d'Amsterdam. Édition française par E. H. Racine, ingénieur des Arts et Manufactures, revue et augmentée par l'Auteur, avec une préface de Ph. A. Guye, professeur de Chimie à l'Université de Genève. Un vol. in-8° de viii-523 pages. — Paris, Librairie des Sciences et de l'Industrie L. Geisler, 1912.

Nous devons de la reconnaissance à M. Racine d'avoir mis à la disposition du lecteur français l'excellent traité de chimie minérale de M. Holleman. L'éloge de cet ouvrage n'est plus à faire ; sa valeur est suffisamment attestée par les nombreuses éditions qui en ont été faites : outre les différentes éditions du texte original hollandais, il y a déjà eu onze éditions de la tra-

duction allemande, et d'autres traductions ont été faites en anglais, en italien, en russe, en polonais et en japonais. Un ouvrage qui a un pareil succès, se passe facilement de toute autre recommandation. Pour le faire apprécier à sa juste valeur par les lecteurs de langue française, nous tâcherons d'en donner un court aperçu.

Dans sa préface, M. Guye fait ressortir trois qualités qui distinguent le présent traité de Chimie minérale et qui lui donnent sa valeur spéciale : 1° M. Holleman y fait une large part aux lois fondamentales et aux théories générales ; 2° ce développement ne l'empêche cependant pas de consacrer les soins nécessaires à la description des corps, aux faits et aux expériences qui forment la base nécessaire de toute théorie ; enfin 3° M. Holleman a réussi à coordonner les théories et les faits et à créer un traité d'un caractère absolument homogène. Telle est l'idée de M. Guye sur l'ouvrage de M. Holleman, et elle résume en réalité les qualités exceptionnelles du *Traité de Chimie inorganique*.

Jetons d'abord un coup d'œil sur les parties théoriques. Nous y rencontrons avant tout naturellement les lois fondamentales de chimie concernant les combinaisons, celles se rapportant aux masses et celles réglant les volumes. A leur suite nous avons la théorie atomique et l'hypothèse d'Avogadro avec ses développements usuels pour la détermination des poids moléculaires des corps gazeux et des poids atomiques. Mentionnons seulement l'exposé sommaire des recherches récentes sur l'existence *réelle* des molécules et des atomes et de leurs poids *absolus* (§ 35). Sept méthodes différentes ont conduit sensiblement au même résultat, d'après lequel la molécule-gramme renferme 70×10^{22} molécules. En vue de la détermination des poids atomiques *relatifs*, M. Holleman expose entre autres les lois de Dulong et Petit, sur les chaleurs spécifiques des éléments solides, celles de Neumann, sur les chaleurs spécifiques des éléments dans leurs combinaisons, et la loi de Mitscherlich sur l'isomorphisme (§§ 208-211). A la suite de ces lois nous trouvons au § 212 un exposé succinct des méthodes purement chimiques ou physico-chimiques, adoptées dans ces dernières années pour déterminer, avec une très haute précision, les poids atomiques.

La classification périodique des éléments constitue un chapitre non des moins intéressants du *Traité*. Après avoir expliqué dans les §§ 213-220 la base de cette classification, sa nature et les services signalés qu'elle a rendus à la chimie, l'auteur indique, au § 221, les critiques que le *système périodique* a soule-

vées et les difficultés qu'il rencontre, difficultés auxquelles on n'a pas pour le moment trouvé de solutions suffisantes. Toutefois après avoir fait valoir ces objections, M. Holleman conclut : « mais si nous remarquons que les éléments nouvellement découverts du groupe de l'argon s'intercalent parfaitement dans le *système*, que le radium y trouve également sa place, il sera certainement juste de conclure que l'utilité du *système* est encore loin d'être épuisée ».

Un sujet fort bien étudié sous ses différents aspects est celui des *solutions*. M. Holleman ne se contente pas d'examiner en général la solubilité des sels et leur représentation par les courbes de solubilité (§§ 235 et 236), il étudie (§ 237), en s'appuyant sur la *règle des phases*, la nature même des solutions, le point eutectique, la formation des hydrates et les courbes de fusion de différents systèmes.

La pression osmotique qui se développe au sein des solutions est étudiée d'une manière claire dans les §§ 40-44. Il nous est impossible d'entrer dans les détails de ces développements ; faisons seulement remarquer que M. Holleman établit d'une manière élémentaire, mais précise, les relations qui existent entre la pression osmotique, l'abaissement du point de congélation et le relèvement du point d'ébullition. Comme il a décrit, dans son *Traité de Chimie organique* (1), l'exécution pratique de la détermination des poids moléculaires par la cryoscopie et l'ébullioscopie, il n'y revient pas dans son traité de chimie minérale.

Une autre question touchant les solutions est la dissociation électrolytique. M. Holleman l'expose principalement dans les §§ 65 et 66, mais il y revient fréquemment dans le cours de son ouvrage, en expliquant dans la suite la plupart des réactions importantes en leur appliquant la notation de la nouvelle théorie. Celle-ci est encore complétée dans les §§ 238-241, où l'on trouve également la théorie des *indicateurs*. Ces quelques indications montreront que M. Holleman traite d'une manière assez complète les lois et les théories concernant les solutions.

Disons à ce propos un mot du chapitre qu'il consacre aux colloïdes. En quelques pages (§ 196) l'auteur relate les principaux résultats des nombreuses recherches faites sur ce sujet durant

(1) *Traité de Chimie organique* par A. F. Holleman, édition française par Marcel Bernheim. Paris, Geisler, 1911, §§ 12-14.

ces dernières années. Après avoir indiqué les principales méthodes servant à leur préparation, il établit la différence entre les colloïdes réversibles et irréversibles et donne les caractères les plus importants de chaque classe. Il termine par un mot sur le phénomène de Tyndall, les milieux optiquement vides, et sur l'étude des colloïdes à l'aide de l'*ultra-microscope*.

Si, en général, dans l'exposition de toutes ces questions théoriques, nous admirons le talent peu commun de l'auteur de joindre à une grande simplicité une rigueur vraiment scientifique, cette qualité nous frappe surtout dans l'étude des *équilibres chimiques* et de la *règle des phases*. On sait combien il est difficile de traiter ces matières d'une façon réellement élémentaire. M. Holleman y a parfaitement réussi. Qu'on examine, p. ex. les §§ 49 à 52 où il étudie le phénomène de la dissociation thermique, ou bien les §§ 65 et 66 consacrés à l'étude de l'équilibre dans les cas de dissociation électrolytique : on avouera que les pages consacrées à ce sujet méritent tout éloge. La *règle des phases* est exposée au § 71, où l'on trouve quelques applications des plus simples. D'autres applications sont disséminées dans tout l'ouvrage ; on y attire l'attention quand l'occasion s'en présente, p. ex. dans l'étude de la dissociation du carbonate de calcium (§ 259), de l'efflorescence des sels hydratés (§ 225) etc.

En étudiant *l'affinité* chimique, M. Holleman expose d'abord les principes de la thermochimie (§§ 97-101) ; il examine ensuite la valeur et la portée du *principe du travail maximum*. Immédiatement après (§ 102), il donne le théorème de Le Chatelier ou *loi d'égalité de l'action et de la réaction*, qu'il explique sur un certain nombre d'exemples.

Mentionnons encore, pour terminer cette partie de notre compte rendu, quelques chapitres intéressants sur l'électrochimie, sur la spectroscopie et sur l'unité de la matière.

Ce que nous venons de dire jusqu'ici montre suffisamment quelle importance M. Holleman a donnée dans son *Traité* aux questions générales et théoriques. Mais n'a-t-il pas peut-être négligé l'étude des différents corps, simples et composés ? Nullement. Nous ne pouvons évidemment parcourir les différents éléments et leurs combinaisons ; nous nous bornerons à quelques remarques générales.

On peut, nous semble-t-il, affirmer que l'étude des différentes substances a reçu un développement en rapport avec leur

importance. Évidemment, celui qui prendrait le livre de notre auteur pour y chercher certains détails métallurgiques, industriels, pharmaceutiques etc., serait souvent déçu. C'est qu'en effet l'auteur n'a voulu écrire ni un traité de chimie industrielle, ni de chimie analytique, ni de chimie pharmaceutique, mais bien un cours de *chimie générale*, préparant l'étudiant à entreprendre dans la suite avec fruit ces études spéciales. C'est ce but que M. Holleman s'est proposé, et il faut dire qu'il l'a admirablement atteint. C'est à ce but que conduit l'étude des questions théoriques dont nous venons de parler ; c'est encore vers ce but que tend l'étude des substances telle que l'auteur la fait. Qu'on examine p. ex. le § 73 sur l'emploi de l'hydrogène sulfuré pour les analyses, le § 93 sur l'emploi de l'hyposulfite de sodium en titrimétrie, les §§ 240 et 241 sur l'acidimétrie et l'alcalimétrie, bien d'autres encore, et on verra comment M. Holleman enseigne l'application des principes généraux à la chimie analytique. Quant aux notions de chimie industrielle, M. Holleman a choisi très judicieusement parmi les innombrables procédés industriels ceux qui présentent un intérêt spécial, soit à cause des principes généraux qui y trouvent leur application, soit à cause de leur importance industrielle, soit à cause de leur invention récente. Quelques exemples feront mieux comprendre notre pensée. Pour la fabrication de l'acide sulfurique, après avoir expliqué le *procédé des chambres de plomb* (1), l'auteur expose avec assez de détails le nouveau *procédé de contact*. En parlant de l'acide azotique, M. Holleman explique sa synthèse d'après les procédés de Birkeland-Eyde et de Schoenherr. La fabrication du sodium métallique et de la soude par les méthodes électrolytiques est très bien décrite. Nous nous bornons à ces quelques exemples ; il serait facile de les multiplier.

Un chapitre à mentionner spécialement est celui que l'auteur consacre au radium et aux autres éléments radioactifs. On y trouvera, condensé dans une dizaine de pages, un résumé de nos connaissances actuelles sur ce sujet si intéressant à tous les points de vue.

Il nous reste maintenant un mot à dire sur l'ordre des matières adopté par M. Holleman. Beaucoup d'auteurs et de professeurs de chimie préfèrent exposer dès le début toutes les questions

(1) Ici, comme en quelques autres endroits, nous eussions souhaité que le texte fût illustré par des figures.

générales et aborder alors seulement l'étude détaillée des substances. C'est, en effet, l'ordre logique. Reste à savoir si cet ordre logique est en même temps pédagogique, et, si cela n'est pas le cas, à quel ordre il faut donner la préférence. Tous ceux qui s'occupent de l'enseignement supérieur savent combien les jeunes gens qui ont achevé les études moyennes sont peu familiarisés avec les abstractions, et que de difficultés on éprouve lorsqu'on veut leur faire comprendre des lois ou des théories qu'on ne peut leur expliquer sur des exemples qui leur sont connus. Or, si l'on commence l'étude de la chimie par l'ensemble des lois et des théories, quels exemples connus pourrait-on invoquer pour illustrer ces généralités ? Cette difficulté n'est nullement imaginaire, mais bien réelle, comme l'expérience nous l'a abondamment prouvé. Aussi M. Holleman explique-t-il les différentes questions générales, quand il en rencontre une bonne application. Ainsi, par exemple, après avoir expliqué que le gaz chlorhydrique parfaitement sec ne possède nullement les propriétés des acides, alors que la solution aqueuse de ce gaz en est douée, après avoir constaté que de nombreux corps subissent des modifications analogues, lorsqu'on les dissout dans l'eau, il expose la théorie de la dissociation électrolytique. L'étude de la dissociation thermique du gaz iodhydrique lui offre l'occasion d'examiner les lois des équilibres chimiques. Les différents états allotropiques du soufre lui fournissent l'occasion d'aborder la règle des phases. L'étude de l'acide silicique est suivie d'un examen plus approfondi des matières colloïdales, et ainsi de suite.

Pareil arrangement offre encore un autre avantage nullement négligeable. Certains jeunes gens rencontrent plus de difficultés dans les questions s'adressant surtout à l'intelligence, tandis que d'autres éprouvent plus de difficultés dans les sujets qui exigent un plus grand effort de la part de la mémoire. En adoptant un ordre de matières comme celui du présent ouvrage, on facilite le travail aux deux classes d'étudiants, et on leur évite une certaine lassitude et le découragement.

Le *Traité de chimie inorganique* de M. le Professeur Holleman mérite donc, on l'aura suffisamment constaté, notre entière approbation. Mais que penser de l'édition française ? — Celle-ci laisse, nous le disons avec regret, beaucoup à désirer. Et d'abord, il nous est impossible de féliciter l'éditeur. Qu'on compare l'édition française soit avec l'édition originale hollandaise, soit

avec l'édition allemande. Quelle différence ! L'éditeur français a choisi du gros papier de mauvaise qualité. Le volume est devenu lourd (1) ; les figures ont perdu beaucoup de leur netteté. Un autre défaut, dont l'éditeur ne porte pas seul la responsabilité, est le manque d'opposition entre les caractères des titres, sous-titres, et du texte. Qu'on ouvre le livre aux *combinaisons oxygénées des halogènes*, §§ 54 à 63 : tout est également gris, rien ne ressort nettement. Le titre *acide chlorique* est imprimé de la même manière que le sous-titre *composition de l'acide chlorique*. Qu'on ouvre aux mêmes endroits les éditions hollandaise ou allemande et qu'on les compare à l'édition française. Encore une fois : quelle différence ! — Dans le *système périodique des éléments*, §§ 213 à 222, des sous-titres ressortent bien plus que le titre principal.

Ce défaut est absolument général dans l'ouvrage.

Mais passons à la traduction même. En général celle-ci est faite avec soin et rend bien la pensée de l'auteur ; la seconde partie du livre surtout est bien soignée. Relevons cependant quelques inexactitudes : A la page 43, qui contient plusieurs petites distractions, nous lisons, à propos de l'électrolyse de l'acide chlorhydrique : « la solubilité du chlore dans l'eau croît bien plus rapidement avec l'augmentation de la pression *qu'avec celle de l'eau* ». Au lieu de « qu'avec celle de l'eau », il faut lire : « *que celle de l'hydrogène* ». — La substitution du terme *dyne* à celui de *gramme* des éditions hollandaise et allemande est malheureuse ; les chiffres qui suivent indiquent nettement qu'il s'agit de grammes par centimètre carré et non de dynes. — P. 102, transformer l'équation $n(a - x) = Kn^2x^2$, en $(a - x) = nxK^2$, au lieu de Knx^2, est une distraction qu'on aurait dû signaler parmi les *errata*. — Appeler le peroxyde de plomb : *ce sel*, comme le fait le traducteur p. 121, n'est guère admissible. — A la page 122 le cuivre est cité parmi les métaux qui, en solution acide, sont précipités par l'hydrogène sulfuré et parmi ceux qui dans les mêmes conditions ne sont pas précipités par ce réactif. — A la page 129 en bas on lit : l'oxydation du soufre par *les* composés oxygénés fournit de l'anhydride sulfureux, comme cela se produit en chauffant l'oxyde de cuivre *avec du* peroxyde

(1) Pour préciser et à titre de curiosité nous faisons remarquer que le volume français pèse un demi-kilogramme de plus que le livre allemand dont il est la traduction. Serait-ce peut-être pour justifier le prix notablement plus élevé de l'édition française ?

de manganèse et du soufre. Il faut substituer aux mots *les composés : des composés* et à *avec le peroxyde : ou le peroxyde*. On le voit, le sens de la phrase change singulièrement. — A la page 215 l'attention du traducteur a laissé échapper trois fois : *l'acide périodique*. Du reste cette page et la précédente renferment encore d'autres distractions. — Ce que p. 240 le traducteur appelle *pyrite de bismuth* est appelé par les minéralogistes français : *bismuthine*. — Page 279, on oppose deux fois à la forme tétragonale de l'étain, la forme *octaédrique* ; c'est *orthorhombique* qu'il faut lire. Page 392, en parlant de la solubilité du chlorure de strontium et en la comparant à celle du chlorure de baryum, le traducteur substitue l'*eau* à l'*alcool* et affirme ainsi que le chlorure de baryum est insoluble dans l'eau.

Mais nous avons assez glané pour montrer que par ci, par là, la traduction laisse à désirer.

Terminons en exprimant notre vif désir que le livre de M. Holleman trouve autant de lecteurs et d'admirateurs de langue française qu'il s'est déjà acquis d'amis d'autres langues. Nous sommes convaincu que pour la seconde édition française le traducteur aussi bien que l'éditeur feront leur possible pour tenir compte des justes observations qui pourraient leur être présentées, et qu'ainsi l'édition française deviendra digne et de l'ouvrage même et des différentes éditions déjà publiées.

H. de Greeff, S. J.

XXI

Savants du jour. — Armand Gautier. Biographie, Bibliographie analytique des écrits, par Ernest Lebon. Un volume in-8° (28-18) de VIII-96 pages, papier de Hollande, avec un portrait en héliogravure. — Paris, Gauthier-Villars, 1912.

En présentant à l'Académie des Sciences, dans la séance du 25 novembre 1912, la Notice sur Armand Gautier, dont M. Ernest Lebon vient d'enrichir sa Collection bien connue des *Savants du Jour*, M. Gaston Darboux, Secrétaire Perpétuel, s'est exprimé en ces termes :

« J'ai déjà eu l'honneur de présenter à l'Académie différentes Notices qui font partie de la belle Collection des Savants du

Jour et que M. Ernest Lebon a consacrées à quelques-uns de nos confrères. Tout récemment, quelques jours avant la mort à jamais regrettable d'Henri Poincaré, j'étais heureux de signaler la seconde édition de la Notice si complète, si documentée, consacrée à notre illustre Confrère. Encouragé par un succès bien mérité, M. Lebon a voulu élargir le cadre de ses études et la Notice que j'ai aujourd'hui la bonne fortune de présenter à l'Académie relate la vie et les travaux de notre illustre Confrère, Armand Gautier, qui nous appartient depuis 1889, qui a été le Président de l'Académie en 1911 et qui demeure aujourd'hui le doyen, aimé et honoré de tous, de notre Section de chimie. Notre Confrère a beaucoup travaillé et beaucoup écrit. Le nombre, relevé par M. Ernest Lebon, de ses écrits de toute nature dépasse 600. Il laissera une trace ineffaçable dans l'étude de plusieurs des chapitres les plus importants de la Chimie et de la Philosophie naturelle. Dans ces matières, si nouvelles pour lui, M. Lebon a apporté les mêmes qualités, les mêmes soins que dans ses Notices précédentes. Son nouvel Ouvrage, je n'en doute nullement, sera accueilli avec grande faveur dans les milieux si nombreux où la Chimie est cultivée. »

Les ensembles d'écrits sur un même sujet sont précédés d'une analyse générale et, souvent, les écrits sont suivis de sobres analyses particulières de ces écrits.

L'Auteur a signalé tous les écrits originaux et les principales analyses dont ils ont été le sujet. Ce n'est qu'après les avoir lus ou parcourus qu'il a donné les références et les renseignements qui s'y rapportent. On rendrait service à la Science en lui signalant les omissions.

Enfin, il importe de faire remarquer que M. Armand Gautier a bien voulu aider M. E. Lebon pour classer les Mémoires et les Notes et qu'il a lu et approuvé la dernière épreuve d'imprimerie de cet opuscule.

X.

XXII

Le falsificazioni di Ernesto Hæckel, par les docteurs A. Brass et A. Gemelli. Deuxième édition revue et augmentée (*Biblioteca della* Rivista di Filosofia neo-scolastica). — Un vol. petit in-8°, de 188 pages et 4 planches. Firenze, Libreria editrice fiorentina, 1912

La rumeur soulevée récemment encore dans le monde scientifique par ce qu'on a appelé les falsifications de Hæckel n'est point éteinte. Chacun sait que le vieil apôtre du Monisme évolutionniste se crut permis, non seulement de modifier et de schématiser conformément à ses idées théoriques des dessins authentiques d'embryons — ce qui, sous certaines conditions, peut être légitime — mais de publier ces figures persuasives sans avertir ses lecteurs des altérations qu'elles avaient subies. Sous une expression généralement modérée, l'appréciation des notabilités de la science allemande fut sévère pour un procédé que l'on qualifierait charitablement d'audacieux. Ce n'était pas d'ailleurs la première fois que Hæckel s'entendait dire par ses collègues des vérités un peu dures. Dès 1874, le jugement de l'embryologiste W. His était écrasant. Mais les fortes convictions de Hæckel savent le rendre sourd et aveugle à propos. Il continua de publier ses schémas comme dessins originaux, et se trouva sans doute suffisamment absous par de gros succès de librairie. Le silence pourtant ne se fit jamais complet, et, tout récemment, ce fut une véritable clameur, suscitée par une brochure du Dr Brass, qui s'éleva par toute l'Allemagne contre la fraude consciente et obstinée.

L'infatigable Dr Gemelli, directeur de la Rivista di Filosofia neo-scolastica, s'est donné la peine de mettre sous les yeux des lecteurs italiens les pièces du procès. Après une introduction personnelle de 75 pages sur « Ernest Hæckel considéré comme naturaliste et comme philosophe », il publie la traduction intégrale de la brochure de Brass, en la faisant suivre de documents intéressant la polémique qui se déchaîna, à cette occasion, entre les monistes et leurs contradicteurs.

Le Dr Gemelli a fait œuvre utile : car il ne s'agit pas ici de piétiner un adversaire, mais de démasquer l'hypocrisie — inconsciente, si l'on veut — de certaines prétentions à l'objectivité scientifique. Si Hæckel en sort un peu diminué, il ne peut en tout cas s'en prendre qu'à lui-même.

On se réjouira que la présente brochure, réquisitoire assez dur, mais documenté et nécessaire, en soit déjà à sa seconde édition.

Dr J. M.

XXIII

Les Nerveux. Comment les reconnaître? Comment les corriger? par l'abbé J. Toulemonde. Préface de E. Peillaube. Un vol. in-12°, de VIII-230 pp. — Paris, Bloud, 1913.

Le sous-titre du livre de M. Toulemonde en indique clairement la division. Dans sa première partie, l'auteur nous décrit les nerveux, nous indiquant les notes dominantes de leur caractère et nous montre comment ces notes se rattachent entre elles et se traduisent à l'extérieur par des manifestations très variées. Dans les quatre premiers chapitres, nous étudions les caractères psychologiques du nerveux. Le cinquième chapitre nous détaille ses caractères physiologiques. Les remèdes à employer sont énumérés dans la seconde partie. D'abord les remèdes moraux, puis les remèdes physiques. L'auteur traite tout particulièrement des scrupules et de la façon de les combattre, puis il donne quelques conseils aux professeurs, aux directeurs de conscience et aux parents. Une table des matières assez étendue, donnant en un ou deux mots l'idée maîtresse de chaque paragraphe permet de suivre facilement la marche, adoptée par l'auteur et de retrouver les détails dont on aurait besoin.

Nous croyons que le livre de M. Toulemonde pourra rendre service à ceux qui ont à élever, à diriger, à former des nerveux. Ils y trouveront la substance du livre de M. Dubois, les *Psychonévroses et leur traitement moral,* mis au point et débarrassé du déterminisme du médecin suisse. Nous n'en conseillerions la lecture aux nerveux eux-mêmes, que d'après une direction prudente.

É. E.

XXIV

De Vasectomia duplici necnon de matrimonio mulieris excisae, cum appendice de casu quodam clinico, par le P. J. B. Ferreres, S. J. Un vol. petit in-8° de 148 pp. Madrid, 1913.

Le R. P. Ferreres à réuni en une brochure les articles qu'il a publiés dans Razon y Fe sur la *vasectomie*. Contre quelques médecins et quelques moralistes américains, il défend solidement les conclusions adoptées par presque tous les théologiens européens. Cette opération ne peut être imposée par l'État aux dégénérés ; elle constitue une « impuissance » proprement dite, probablement perpétuelle. La rigueur des raisonnements de l'auteur et l'étendue de ses informations ne doivent pas nous faire oublier que notre compatriote M. le chanoine De Smet, professeur au Grand Séminaire de Bruges, a traité le même sujet de main de maître. — A la fin de sa brochure, le R. P. Ferreres expose encore une fois, à la lumière d'une réponse récente de la S. Congrégation des Sacrements, la question toujours débattue de l'ovariotomie comme cause d'impuissance ou de simple stérilité. Il termine par un cas clinique d'*abortus indirectus*, où l'intervention chirurgicale n'était certainement pas interdite.

J. S.

XXV

Cours de droit forestier, par Charles Guyot, ancien directeur et professeur de droit à l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy. Trois vol. in-8° de 7 à 800 pages. — Paris, Leveur, 1908 à 1912.

S'il ne s'agissait ici que de science juridique pure, nous ne parlerions pas de cet ouvrage, la science du droit étant d'ordre purement idéologique. Aussi avons-nous laissé passer, sans en parler, les deux premiers volumes de cette œuvre — d'ailleurs en soi d'une grande importance — n'y étant question que de droit civil et de droit pénal. Mais les questions traitées dans le tome III et dernier sont d'un ordre mixte ; elles tiennent à la fois de la science juridique et des sciences naturelles ; elles traitent de la législation des travaux publics appliquée à la fixation par boisement des dunes du littoral, au régime des eaux, à la restauration des montagnes forestières et pastorales, et enfin de la pêche et de la chasse : pêche dans les cours d'eau, lacs et étangs d'eau douce, ou pêche fluviale ; chasse voluptuaire, c'est-à-dire, principalement pour le plaisir, et chasse utilitaire pour la destruction des bêtes malfaisantes et nuisibles.

C'est à un ingénieur des Ponts et Chaussées, Brémontier, qu'est dû, vers la fin du XVIIIe siècle, l'emploi technique de la plantation des pins pour la fixation des dunes mouvantes du sud-ouest, qui menaçaient, poussées par les vents du large, d'envahir l'intérieur des terres (1).

Ce n'est que depuis 1862 que ce service, jusqu'alors confié à l'administration des Ponts et Chaussées, a été transféré à celle des Forêts.

C'est à peu près à la même époque, en vertu des lois de 1860 et de 1864, que commença l'organisation du service du reboisement des montagnes, devenu, depuis la loi du 4 avril 1882, le service de la « Restauration et conservation des terrains en montagne », impliquant, avec la question du reboisement, celle des pâturages et du régime des eaux.

Régime des eaux, aménagement des pâturages, restauration des terrains en montagne, mise en valeur des Landes de Gascogne et fixation des dunes du littoral, autant de sujets dont s'était peu préoccupée la législation forestière antérieure, et les travaux de ses commentateurs étaient naturellement muets sur toutes ces questions. C'est là un des éléments qui ajoutent, au mérite juridique et scientifique du travail de l'auteur, celui de la nouveauté. Nouveauté d'autant plus appréciable que, depuis trente ans révolus que la loi de 1882 est appliquée, l'expérience s'est faite et a révélé soit des lacunes à combler, soit des dispositions à supprimer ou à modifier. De là des projets de loi en préparation ou déjà en partie votés et que M. Ch. Guyot commente et discute en indiquant les mesures fâcheuses à éviter et recommandant les plus utiles et les plus désirables.

Dans tout cet ordre d'idées, les questions techniques et ressortissant à la science proprement dite sont incessamment mêlées aux points de vue de la science juridique, et l'auteur, non moins bon forestier que savant juriste, traite ceux-ci et celles-là avec une égale compétence.

Il en est de même de ce qui touche le régime des eaux. Bien qu'un décret du 1er juillet 1897 ait restitué au service forestier son ancien titre d'administration des *Eaux et Forêts* et lui ait rendu la gestion de la pêche fluviale dont il sera question

(1) C'est à un autre ingénieur des Ponts et Chaussées, Chambrelent, qu'est dû également le nivellement des plaines des Landes qui en permit l'assainissement et le peuplement, comme celui des dunes, par des plantations de pin maritime.

plus loin, cependant la plupart des attributions hydrologiques prévues par l'Ordonnance de 1669 *sur le fait des Eaux et Forêts* sont maintenues à l'administration des Ponts et Chaussées. Toutefois certaines parties du service hydraulique semblent devoir revenir logiquement aux agents forestiers chargés de l'aménagement des pâturages. Et en vue de cette éventualité, notre auteur n'a pas hésité à compulser et à collationner l'inextricable fouillis des lois, ordonnances, décrets, instructions sur cette matière très complexe : eaux pluviales, nappes souterraines, eaux de ruissellement, ruisseaux, torrents, cascades, cours d'eau navigables et flottables ou non, étangs et marais, canaux d'irrigation, etc. Il y a là-dessus des règlements, ordonnances et lois, s'échelonnant depuis 1672, 1777, 1892, 29 floréal an X, jusqu'à 1860, sans compter un projet de loi déposé en 1906, en vue de l'utilisation industrielle des forces motrices que recèlent les cours d'eau. Il n'y a pas moins, dans le chapitre affecté au régime des eaux, de 77 articles spéciaux pour envisager et discuter tous les cas qui peuvent se présenter.

Tout ce qui précède, avec un chapitre consacré à l'application à l'Algérie et aux colonies, forme la matière du Livre VI, première moitié de ce volume de près de 800 pages.

La seconde partie, soit le Livre VII et dernier, se rapporte à la pêche et à la chasse : pêche fluviale, c'est-à-dire, dans les cours d'eau navigables ou flottables; chasse soit voluptuaire quand le plaisir en est la raison d'être principale, soit utilitaire quand elle a pour but la destruction des animaux nuisibles ou malfaisants.

La réglementation de la police, de la pêche et de la chasse présentent de telles analogies que, en dehors des questions relatives à la destruction des bêtes fauves et à la louveterie, les six premiers chapitres présentent un parallélisme digne de remarque et résultant d'ailleurs de la nature même des choses.

D'un côté le droit de *pêche* et sa mise en valeur, l'histoire du droit ancien et l'exposé de la législation actuelle, la surveillance et son exercice soit au nom de l'État, soit par les particuliers. De l'autre côté, le droit de *chasse* et sa mise en valeur, l'histoire du droit ancien et l'exposé de la législation actuelle, la surveillance exercée par l'Administration dans les bois soumis au régime forestier ou dans les forêts particulières.

Ici, les règles de police pour l'exercice du droit de *pêche;* désignation des eaux auxquelles elles s'appliquent; et cette

application d'après les lois de 1829 et 1865, temps où la pêche est prohibée; modes et procédés, engins défendus, dimension du poisson à rejeter à l'eau, transport du poisson, etc. Là, les règles de police pour l'exercice du droit de *chasse;* terrains auxquels elles s'appliquent; temps d'ouverture et de clôture de la chasse; modes et procédés de chasse permis et défendus; transport du gibier, etc.

Enfin, délits en matière de *pêche* résultant des lois de 1829 et 1865; recherche, constatation et preuves de ces délits; poursuites; des peines en matière de pêche et de leur application; dispositions répressives, etc. Délits en matière de *chasse* résultant de la loi de 1844; constatation et preuve de ces délits; poursuites; des peines en matière de chasse et de leur application; dispositions répressives, etc.

Ici s'arrêtent les analogies et partant le parallélisme. La faune terrestre comprend des éléments qui n'ont guère leurs semblables dans la faune fluviatile et d'eau douce : gibier nuisible et malfaisant de poil ou de plume : loups, renards, sangliers, lapins,... aigles, vautours, orfraies... De là toute une législation et réglementation spéciale touchant la destruction de ces animaux, suivant les différentes circonstances qui peuvent se présenter, soit que, dans le cas de péril immédiat, chacun ait le droit de tuer aussitôt l'animal dangereux; soit que, dans le cas de simple nuisance; une autorisation administrative soit nécessaire pour pratiquer des battues; soit enfin que, par mesure d'utilité publique, un service distinct, tel que celui de la louveterie, soit institué, dont les titulaires aient seuls qualité pour user de certains moyens de destruction avec l'assentiment, ou, au besoin, contre le gré du propriétaire du sol.

Le Livre VII et dernier du *Cours de droit forestier* se termine par un chapitre concernant la pêche et la chasse en Algérie et aux colonies, suivi lui-même d'un appendice où il est traité, entre autres, de la législation du travail en matière forestière, et de l'attribution au service forestier du régime des eaux.

Cet ouvrage, dans l'ensemble de ses trois compacts volumes, aussi bien en sa partie purement juridique, dont nous n'avons pas eu à rendre compte, que dans sa partie mixte où les questions de droit s'appliquent sans cesse à des faits d'ordre scientifique ou économique, est un véritable monument en tout ce qui touche la spécialité ou, comme disaient nos pères, *le fait* des Eaux et Forêts.

C. DE KIRWAN.

XXVI

Piccola biblioteca scientifica della Rivista di Filosofia neo-scolastica. In-12. Libreria editrice fiorentina, Firenze, 1912.

N° 1. Agostino Gemelli. *Recenti scoperte e recenti teorie nello studio dell'origine dell'uomo.* 4ª edizione, 109 pages.

N° 2. G. A. Elrington. *Le leggi dell'eredità.* 49 pages.

N° 3. Bohdan Rutkiewicz. *Il psicomonismo o monismo psicobiologico.* 97 pages.

Nous saluons avec plaisir la naissance de cette nouvelle collection scientifique, qui paraît sous les auspices de la jeune et excellente Rivista de nos amis italiens. Ils ont pensé qu'ils serviraient la cause de la vérité en mettant à la portée des lecteurs instruits une série de brochures peu coûteuses, dégagées de tout appareil technique, où des spécialistes exposeraient avec exactitude et clarté, à mesure qu'ils se poseraient, les problèmes les plus saillants de la science expérimentale contemporaine. Les trois premiers volumes de la collection répondent parfaitement aux promesses de l'avertissement qui les introduit.

J. M.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

SCIENCES TECHNIQUES

—

La technique moderne de l'industrie du gaz (1). — Née en Belgique et en France des travaux de Minckelers et de Philippe Lebon, c'est en Angleterre que l'industrie du gaz a pris son essor. En 1812, une société anglaise, fondée par un Allemand, Winzler, qui, ayant anglicisé son nom, se faisait appeler Winsor, posait les premières canalisations dans les rues de Londres. Après des débuts pénibles, des privilèges successivement accordés par le gouvernement assurèrent enfin l'existence de la société, qui prit le nom de Compagnie Royale. Consacrée par la pratique, l'invention revint en France en 1816, où quelques compagnies particulières se fondèrent à Paris. Leurs affaires ne prospérèrent d'ailleurs pas, et c'est seulement en 1855, par la constitution de la Compagnie Parisienne du gaz, que cette industrie commença à se développer. On aura une idée de l'ampleur qu'elle a prise par le fait qu'à Paris, la quantité de gaz fabriquée est passée de 44 millions de mètres cubes en 1855 à 475 millions en 1911 !

Ces développements ne devinrent possibles qu'au jour où des concessions régulières furent données aux sociétés. La première en date est celle du 26 décembre 1846, relative à l'éclairage de la ville de Paris. Elle a servi en quelque sorte de modèle à toutes les autres. En décembre 1862, ce contrat de concession

(1) Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, juillet 1912. Art. de M. Masse.

fut complété par l'instruction dite « de Dumas et Regnault », relative à la nature et à la qualité du gaz à livrer à la consommation, qui à l'heure actuelle fait encore, en grande partie, autorité dans le monde entier.

La fabrication du gaz comporte : 1° le transport, la réception et l'emmagasinement de la houille ; 2° sa distillation en vase clos ; 3° l'épuration physique du gaz comprenant la séparation des goudrons et des eaux ammoniacales ; 4° l'épuration chimique ; 5° l'emmagasinage et la distribution.

Les principes de cette fabrication ont subi peu de changement, mais l'organisation des usines a été beaucoup perfectionnée, surtout en ces derniers temps, en vue de diminuer le prix de revient du mètre cube fabriqué, et de rendre moins pénible le travail du personnel.

1° *Transport, manutention et emmagasinage de la houille.* — En moyenne, il faut une tonne de charbon pour produire 300 mètres cubes de gaz. Les usines à gaz sont donc de gros consommateurs de charbon. Celui-ci leur arrive par chemins de fer ou par eau. Dans les deux cas, il convient d'avoir des installations spéciales pour le déchargement rapide : pour les wagons de chemins de fer, on utilise des basculeurs ou des véhicules spéciaux à panneaux mobiles sur le fond et les côtés ; les chalands sont ordinairement déchargés au moyen de grues électriques portant des bennes de grande capacité.

Les éventualités de grèves houillères ou d'arrêt des transports obligent les usines à tenir un stock de houille correspondant à plusieurs semaines de marche. Les parcs à charbon, de grande étendue dans les installations importantes, sont le plus souvent desservis par des ponts transbordeurs électriques. C'est seulement dans les petites exploitations que la mise en tas se fait encore à la brouette ou par wagonnets.

2° *Distillation.* — Le charbon est distillé dans des récipients clos, appelés cornues ou chambres suivant leurs dimensions. On les réunit, en un certain nombre, dans un four, où ils sont portés à une température élevée. Les gaz produits s'échappent par un tuyau spécial d'évacuation. Anciennement les cornues étaient en fonte, mais elles se détérioraient rapidement ; on les fait maintenant toujours en matériaux réfractaires. Elles ont généralement trois ou six mètres de long et sont disposées à sept, huit ou neuf dans les fours. Ceux-ci furent chauffés d'abord au moyen d'un foyer ordinaire à grille, puis plus tard par du gaz de gazogène, avec récupération des chaleurs perdues. Ancienne-

ment les cornues devaient se charger et se décharger à la pelle, travail des plus pénibles ; ces opérations se font aujourd'hui mécaniquement. Les machines à charger sont mues électriquement ; elles se déplacent sur le front des fours, emportant avec elles une trémie-magasin remplie de houille. On peut les ramener à trois types principaux : *a)* types à cuillère, comportant une large gouttière que l'on introduit remplie de charbon dans la cornue, et dont le fond s'escamote ; *b)* types à fouloir qui viennent en plusieurs fois apporter et pousser le charbon dans la cornue ; *c)* type centrifuge, du type de Brouwer, système le plus répandu, où le charbon amené sur une courroie est lancé dans la cornue par l'effet de la force centrifuge. Les machines à défourner, également électriques, comportent un poussoir mû par un pignon à crémaillère qui vient chasser le gâteau de coke incandescent.

Désireux de réduire l'emploi de ces diverses machines, certains gaziers ont augmenté les dimensions des cornues horizontales et ont construit des fours à chambres. Ceux-ci, semblables aux fours à coke, se chargent par la partie supérieure ; ils ne nécessitent qu'une défourneuse. Ils permettent de distiller de 4000 à 12 000 kilogrammes de houille en 24 heures, tandis que les cornues de six mètres ne peuvent guère traiter plus de 450 à 550 kgr. en 6 heures. Pour éliminer la machine à décharger, Coze a construit des cornues inclinées de 29 à 32° sur l'horizontale, de manière à utiliser la pesanteur pour le mouvement du charbon et du coke. Allant plus loin dans cette voie, on a installé des fours à chambres inclinées, et des fours à cornues verticales.

Ces dernières, légèrement coniques, ont environ 5 mètres de hauteur et peuvent distiller en 12 heures 550 à 600 kilogr. de charbon. L'usine à gaz d'Obersprée (Berlin) est une des premières qui appliquèrent avec succès ce système. — Quel que soit le type de fours adopté, il convient d'éteindre et de convoyer aussi vite que possible le coke incandescent. Jadis on le recevait dans des brouettes en fer et on l'étalait sur le sol, où il était éteint au seau ou à la lance. Actuellement il est reçu, au sortir des fours, par un transporteur qui le mène à une tour d'extinction où il est fortement douché. La vapeur produite s'échappe à la partie supérieure par une large cheminée. Le coke, parfois encore refroidi à l'air, est déversé dans des trémies-magasins, d'où il est repris pour être trié et classé.

3° *Traitement du gaz.* — Cette partie de la fabrication a pour but de débarrasser le gaz du goudron, de l'ammoniaque, de

l'hydrogène sulfuré, et, après l'avoir mesuré, de l'emmagasiner dans les gazomètres.

La circulation du gaz dans les divers ateliers est assurée par de véritables pompes appelées extracteurs, qui aspirent le gaz des fours et le refoulent dans les appareils de traitement et les gazomètres. Le type le plus employé est la pompe rotative de Beale. La séparation de la vapeur d'eau, de l'ammoniaque et du goudron, se fait d'abord dans les barillets placés sur les fours; elle s'achève ensuite dans des « condenseurs » où le gaz est refroidi par un courant d'air ou d'eau. Les dernières traces de goudron sont retenues par l'appareil Pelouze et Audoin, dans lequel le gaz est obligé de passer à travers deux ou trois tôles perforées disposées parallèlement. Pour débarasser complètement le gaz de l'ammoniaque et de la naphtaline, on le lave par brassage mécanique, dans les appareils rotatifs « Standard », avec de l'eau pour enlever l'ammoniaque, et de l'huile d'anthracène pour éliminer la naphtaline.

L'épuration chimique, qui sert à retenir les composés sulfurés contenus dans le gaz, se fait au moyen d'oxyde de fer hydraté. Ce corps est régénéré au contact de l'air, lorsqu'il s'est entièrement transformé en sulfure de fer (procédé Laming, 1849).

Le mesurage du gaz se fait à l'aide de compteurs dont l'invention remonte à Clegg (1816). Ils ont dans les usines productrices des dimensions colossales. A la grande usine du Landy, à Paris, il y en a 13 de 40 000 et de 60 000 m³ par 24 heures.

Le gaz fabriqué et épuré est emmagasiné dans des gazomètres. Anciennement leur capacité était limitée à quelques mètres cubes. De nos jours, elle est souvent de plusieurs centaines de milliers de mètres cubes. A l'usine du Landy il en est deux de 150 000 m³ chacun. Manchester en possède un de 296 000 m³ et à East Greenwich, il en existe un de 60 mètres de haut et de 90 mètres de diamètre, qui peut contenir 350 000 m³.

Pour diminuer la masse d'eau nécessaire, on a fait usage, avec les types de grande capacité, de cuves annulaires. Récemment, en vue d'avoir une meilleure répartition des efforts et de réduire les épaisseurs des tôles, on a imaginé de construire des cuves bombées qui donnent lieu à une économie de 30 %. Des gazomètres de ce type ont été édifiés entr'autres à Nuremberg (120 000 m³) et à Vienne (250 000 m³).

Le gaz sortant du gazomètre est envoyé dans les conduites de distribution, après avoir passé dans des *régulateurs d'émission*,

dont l'office est de régler la pression suivant le débit. Parfois, lorsqu'il n'a pas le pouvoir éclairant réglementaire, avant de quitter l'usine, le gaz doit être enrichi avec du benzol.

Traitement des sous-produits. — a) *Coke.* Le coke est disposé dans des parcs à coke desservis par des engins mécaniques analogues à ceux utilisés pour la manutention du charbon. Le casse-coke, dans les installations importantes, est une véritable usine où règnent des chaînes à godets, des trommels, des tables à secousse, etc., et où le coke est classé en cinq catégories : le gros, le n° 1, le n° 0, le grésillon et le poussier.

b) *Goudrons.* Ils sont distillés et on en retire des huiles légères, des huiles d'anthracène, du benzol, de la naphtaline etc.

c) *Eaux ammoniacales.* Elles sont transformées en sulfate d'ammoniaque, vendu comme engrais.

Distribution du gaz. — Le premier procédé fut la livraison à domicile : le gaz portatif. Il fit rapidement place à la distribution par conduites placées sous la voie publique. Primitivement en poteries et en bois goudronné, les canalisations sont généralement aujourd'hui en tôle bitumée ou en fonte. Ces dernières, dont le diamètre va de 40 à 1000 mm., pèsent de 9 à 560 kilos par mètre courant. Pour ne pas être conduit à des dimensions exagérées, quand le transport du gaz doit se faire à assez grande distance, on comprime celui-ci à l'origine des conduites, au moyen de pompes, à une pression très supérieure à celle que peuvent donner les gazomètres.

Usage du gaz. — Pendant longtemps, les propriétés éclairantes du gaz furent seules utilisées et les brûleurs employés dépensaient de 10 à 20 litres de gaz par bougie-heure. La découverte du docteur Auer vint révolutionner l'industrie gazière en utilisant, non plus le pouvoir éclairant, mais la puissance calorifique du gaz. La consommation tomba au-dessous de 2 litres par bougie-heure.

L'invention des becs renversés permit d'augmenter le rendement lumineux, tout en diminuant encore la dépense de gaz. La combinaison de ces becs renversés avec la surpression du gaz a conduit enfin à l'obtention de foyers puissants de 4000 à 5000 bougies, pouvant rivaliser avec la lampe à arc et ne consommant que 0,6 à 0,7 litre par bougie-heure. Actuellement, à côté de son emploi comme agent d'éclairage, le gaz a toute une série d'applications. Il est utilisé avec succès pour la cuisine, le chauffage, la force motrice etc.

L'Éclairage électrique des trains (1). — L'idée de l'application de l'électricité à l'éclairage des trains n'est pas nouvelle ; les premiers essais remontent à 1887, mais c'est seulement dans ces dernières années que ce système d'éclairage s'est largement répandu et a été employé sur une grande échelle. Le principal facteur de ce succès fut la mise au point définitive de la lampe à incandescence à filament métallique, qui permet d'assurer économiquement, pour de faibles intensités lumineuses, un rendement élevé. On a pu, grâce à elle, réaliser l'éclairage des trains dans des condition pratiques, inconnues auparavant. L'électricité a d'ailleurs, sur les autres modes d'éclairage, des avantages nombreux et marqués, qui devaient la désigner tout particulièrement pour son utilisation dans les voitures de chemins de fer. Parmi ceux-ci, un des plus importants est la sécurité qu'elle procure. Dans presque tous les accidents graves, l'incendie des wagons, provoqué par le gaz ou l'huile servant à l'éclairage, est venu s'ajouter aux horreurs de la catastrophe.

L'emploi exclusif de l'électricité élimine cette source nouvelle de danger et dans bien des cas, cette seule considération a suffi pour la faire adopter. La facilité de l'allumage et de l'extinction est également un avantage important. Au passage des tunnels, par exemple, on peut éclairer rapidement les compartiments, sans déranger les voyageurs, et éteindre sitôt que la lumière n'est plus nécessaire. L'aspect intérieur des voitures et la commodité des occupants peuvent être considérablement améliorés par l'emploi judicieux de l'éclairage électrique. Au lieu de disposer par compartiment un seul foyer central, souvent disgracieux, on peut faire usage de plusieurs lampes de faible intensité lumineuse, réparties de manière à obtenir un éclairage à la fois plus satisfaisant et plus décoratif. Enfin la propriété qu'a la lampe à incandescence de dégager fort peu de chaleur est d'autant plus précieuse dans ce cas, que l'aération et la ventilation des voitures de chemins de fer, en été surtout, est un problème délicat et difficile à bien résoudre.

Tous les systèmes actuellement en usage peuvent se ramener à trois types fondamentaux. Le courant peut être distribué à tout le train par un groupe générateur unique, ou bien, chaque voiture, formant à ce point de vue une unité séparée, peut porter, soit une batterie d'accumulateurs, soit une dynamo, destinée à assurer son éclairage. La tension généralement

(1) General Electric Review, janvier 1913.

utilisée varie de 25 à 34 volts ou encore de 50 à 65 volts. Au début on avait préconisé, dans le cas du groupe générateur unique pour le train, une distribution à 110 volts, comme dans les installations fixes ; actuellement on utilise pour ce système 60 volts. Il y a en effet de nombreux avantages qui militent en faveur de l'adoption de basses tensions. Tout d'abord, le coût et l'entretien des batteries d'accumulateurs, indispensables dans tous les systèmes, est d'autant moindre que le voltage est plus bas. Ensuite, les lampes à faible voltage sont beaucoup plus résistantes que celles à 110 volts, durent plus longtemps, et ont une consommation spécifique moindre. Enfin, jusque dans ces toutes dernières années, il n'était possible d'obtenir la lampe de 15 watts, la plus couramment employée dans les trains, que pour des tensions basses.

Le système de distribution du courant par un groupe générateur unique comprend une dynamo, actionnée par une machine à vapeur spéciale, souvent une petite turbine, disposée sur la locomotive ou dans le tender. Une ligne menée sur toute la longueur du train distribue le courant aux différentes lampes, qui y sont branchées en dérivation. L'avantage de cette disposition, mis en avant par les partisans du système, est sa simplicité et surtout la possibilité de se passer de batteries d'accumulateurs. Pratiquement, cela n'est guère réalisable. Il faut assurer l'éclairage des voitures dans le cas où le train viendrait à être scindé, ou la locomotive détachée. On doit donc prévoir quelques batteries d'accumulateurs convenablement réparties dans le convoi. Leur chargement se fait autant que possible pendant la journée, lorsqu'on n'a pas besoin de lumière. Si, néanmoins, il était nécessaire d'éclairer pendant la charge, au passage de tunnel par exemple, il faudrait disposer sur chaque voiture un régulateur de voltage. Le rôle de cet appareil est d'éviter que les lampes ne soient soumises à une tension trop élevée, incompatible avec leur bonne conservation. Dans ce but, le régulateur intercale automatiquement une résistance suffisante entre la ligne et les lampes, de manière à maintenir à sa valeur normale le voltage auquel elles sont soumises.

Ce dispositif d'éclairage par un seul groupe générateur est économique et fonctionne bien. Il est particulièrement indiqué pour les trains qui accomplissent de longs trajets. Il a le désavantage de ne pas permettre de changer facilement la composition du convoi. On ne peut, en cours de route, ajouter ou retirer des voitures, qu'à condition qu'elles portent une batterie d'ac-

cumulateurs, destinée à fournir le courant nécessaire à leur éclairage.

Dans le système à accumulateurs, le train ne comporte pas de générateur de courant. Ce sont les batteries, disposées sous chaque wagon, qui seules assurent l'éclairage. Des installations spéciales pour le rechargement rapide doivent être prévues aux terminus et, en cas de nécessité, en différents points du parcours. Bien que cet arrangement soit simple et pratique, il est, par contre, d'un entretien onéreux. De plus, il ne peut s'appliquer qu'aux trains qui parcourent sans arrêt des distances relativement courtes. La capacité de la batterie est en effet limitée par les dimensions qu'on doit lui donner, pour pouvoir la loger commodément sur les wagons.

Le système actuellement le plus en honneur est celui du générateur indépendant par véhicule. Il en existe plusieurs types, qui tous comprennent les éléments essentiels suivants :

1° Un petit générateur de courant, d'une puissance de 2 à 4 kilowatts, disposé sous la voiture, et recevant son mouvement de rotation d'un des essieux, par l'intermédiaire d'une courroie ou d'une chaîne, 2° une batterie d'accumulateurs, 3° un inverseur automatique de la polarité, 4° un interrupteur automatique, 5° un régulateur de champ, 6° un régulateur de voltage pour les lampes.

La batterie d'accumulateurs a pour but d'assurer l'éclairage à l'arrêt ou lorsque le train roule à faible allure. La dynamo est généralement établie pour donner son voltage normal à une vitesse déterminée, entre 20 et 30 Km à l'heure. Lorsque celle-ci est atteinte, l'interrupteur automatique se ferme et connecte la génératrice avec le circuit de la batterie et des lampes. La fonction de l'inverseur de polarité est de veiller à ce que le courant conserve toujours la même direction, quel que soit le sens de marche du train. Il réalise cette condition, indispensable pour la charge des accumulateurs, en renversant les connections avec le générateur, quand cela est nécessaire. L'intensité du courant et le réglage du voltage pendant la charge, sont contrôlés par le régulateur de champ, qui fait varier automatiquement l'intensité du champ inducteur. Pendant la période de charge, la tension étant plus élevée que la normale, le régulateur de voltage aux lampes a pour effet de maintenir constante la différence de potentiel qui leur est appliquée. Il atteint ce résultat en insérant, en série avec les lampes, des résistances dont la valeur dépend de l'excès de voltage à absorber. Ce système de production et de

distribution de l'énergie électrique est assez compliqué comme construction, et demande beaucoup d'attention et de soins pour être maintenu en bon fonctionnement. Il a cependant donné d'excellents résultats en pratique, comme en témoignent les nombreuses applications qui en ont été faites dans le monde entier. Il a l'immense avantage de rendre chaque véhicule tout à fait indépendant, emportant avec lui sa source d'énergie, toujours prête à lui fournir du courant, qu'il soit en repos ou en mouvement.

Pour les trains qui voyagent à faible vitesse ou qui font de fréquents arrêts, on est amené à prévoir des batteries de trop grandes capacités et ce système ne s'indique plus aussi bien. Il vaut mieux, dans ce cas, utiliser uniquement les accumulateurs, et les recharger à poste fixe.

Lors des premières expériences d'éclairage électrique des trains, la lampe ordinaire au carbone existait seule. Elle a été rapidement détrônée, tour à tour, par l'emploi de filaments en carbone métallisé, puis en tantale, et enfin en tungstène étiré. Les avantages de ce dernier type de lampe sont si marquants, qu'il est actuellement exclusivement utilisé pour l'éclairage des trains. L'économie de consommation de courant est en effet des plus importantes pour cette application, car la réduction de la puissance nécessaire se traduit immédiatement par un gain appréciable, surtout en ce qui concerne l'achat et l'entretien de la batterie d'accumulateurs : celle-ci ne doit plus avoir que le tiers de la capacité requise, dans les mêmes conditions, par des lampes à carbone d'intensité lumineuse égale. Si l'on considère, par exemple, le cas d'éclairage par batteries seules, le remplacement des anciennes lampes par des types nouveaux à filament métallique permettra d'obtenir l'éclairage pendant un espace de temps plus long, et, par le fait même, d'employer ce système pour des trajets plus grands. Si au contraire, les accumulateurs sont utilisés avec les nouvelles lampes dans les mêmes conditions qu'auparavant, ils seront moins déchargés, et l'on pourra, par conséquent, espacer les rechargements. D'autre part, faire débiter les éléments à un taux réduit et les recharger moins souvent, sont des facteurs de nature à accroître singulièrement leur durée, d'où nouvelle économie encore.

Une des propriétés les plus précieuses de la lampe à filament métallique, est le peu de répercussion qu'ont sur son pouvoir éclairant et sur sa bonne conservation les variations du voltage.

Comme on le sait, ce n'est pas le cas pour le lampe à carbone dont l'éclat et la durée sont fortement influencés par la valeur de la tension. Or, quel que soit le système employé, il est difficile, dans les trains, de la maintenir absolument constante. Cet inconvénient apparaît surtout dans le cas où l'on fait usage de batteries séparées, rechargées à poste fixe.

Une batterie de 32 éléments aura, au départ, une tension d'environ 67 volts, tandis que, vers la fin de son débit, celui-ci ne sera plus guère que de 58 volts environ. Cela correspond à une variation de 14 % dans le voltage appliqué aux lampes, qui, pour le filament de carbone, conduit à une différence de 56 % de la puissance lumineuse, tandis qu'elle n'est que de 42 % avec le filament de tungstène étiré.

L'objection que l'on a faite relativement à la fragilité des lampes au tungstène tombe d'elle-même, si l'on considère que le grand nombre de ces lampes déjà en usage a prouvé à l'évidence qu'elles étaient à même de résister parfaitement aux chocs et aux secousses de toutes espèces auxquels elles sont continuellement soumises.

La lampe plate, à fond bombé, est le type généralement choisi à cause de son bel aspect décoratif. On utilise les puissances de 10, 15, 20, 25 et 50 watts avec une tension de 25-34 ou 50-65 volts. Par raison d'économie, il convient de tirer le meilleur parti possible de la lumière. L'emploi de réflecteurs bien appropriés et convenablement étudiés s'impose donc. Comme il faut avant tout pouvoir lire facilement, l'éclairage doit avoir l'intensité, la couleur et la disposition qui concourent à la réalisation de ce but. Les voyageurs devant souvent rester assis dans la même position, pendant assez longtemps, il faut éviter qu'ils puissent recevoir directement les rayons lumineux dans les yeux, inconvénient qui donne rapidement lieu à une grande fatigue de la vue.

Dans les compartiments ordinaires, on peut arranger les lampes de deux manières différentes, au plafond ou au dos des banquettes, sous les filets à bagages. Avec la première disposition, on fait généralement usage de lampes de 15 à 20 watts, placées à deux ou trois au centre — où elles prennent la place de l'ancien appareil à gaz — ou bien, ce qui est préférable, on les dispose à quelque distance l'une de l'autre. Dans la seconde disposition (au dos des banquettes), on utilise mieux la source de lumière, car celle-ci est rapprochée du voyageur. Elle permet donc d'employer des lampes de plus faible intensité lumineuse.

Par contre, elle offre l'inconvénient d'exposer l'ampoule à être facilement brisée en mettant les bagages dans le filet ou en les retirant.

Dans les wagons-salons et les wagons-restaurants, il est nécessaire de combiner l'éclairage de manière à obtenir un certain effet artistique qui contribue à l'ornementation intérieure de ces voitures. On arrive à ce résultat en fixant dans l'axe, au plafond, quelques foyers de grande puissance lumineuse et en disposant de plus, en console ou sur les tables, des lampes d'une dizaine de bougies. Les wagons-lits auront leurs compartiments éclairés par un appareil placé au centre, et par de petites lampes attachées à la paroi, près de la couchette supérieure et inférieure. Les voitures postales doivent être pourvues d'un éclairage très intense, surtout près des tables et des cases de triage. On y arrive facilement ; l'aspect étant dans ce cas tout à fait secondaire, on fait simplement usage de réflecteurs en métal et on arrange les lampes pour obtenir le meilleur effet utile possible.

Par ce rapide exposé, on voit que l'éclairage électrique se prête admirablement bien à tous les cas qui peuvent se présenter, pour les voitures de chemins de fer. Ses avantages étant de jours en jours plus appréciés, il n'est dès lors pas douteux que son emploi ne se généralise prochainement.

L'Éclairage des voitures de Chemins de fer par incandescence au Gaz (1). — Nous reproduisons ci-après les résultats d'une enquête faite par les administrateurs des Chemins de fer allemands sur l'éclairage par incandescence au gaz des voitures de voyageurs.

D'une façon générale, l'éclairage au gaz, par incandescence, fournit de bons résultats. Au point de vue de la sécurité, il est comparable aux autres systèmes *analogues* actuellement en usage et a de plus sur ceux-ci l'avantage de donner une lumière plus agréable et plus vive. L'intensité lumineuse d'un seul bec est, pour la même dépense de gaz, beaucoup meilleure que celle des anciennes lampes ordinaires à deux brûleurs. D'autre part, l'entretien n'est pas plus difficile et ne demande pas plus d'attention qu'avec les types simples précédemment utilisés.

On emploie, d'une manière à peu près exclusive, du gaz riche de graisse. Le gaz mixte, formé de gaz riche et d'acétylène, sert

(1) Journal für Gasbeleuchtung.

seulement lorsque, dans un même train, il faut alimenter des becs à incandescence et des brûleurs ordinaires. L'avantage du gaz de graisse est de coûter meilleur marché que le gaz riche, de ne pas encrasser les canalisations et les appareils, et enfin de ménager les manchons.

Il est habituellement fait usage de becs consommant 10, 16, 18, 24 ou 33 litres de gaz à l'heure. La grandeur des manchons dépend de la pression du gaz et de l'intensité lumineuse désirée. Elle doit être choisie de manière qu'ils soient entièrement remplis par la flamme. L'allumage se fait, la plupart du temps, par une veilleuse qui brûle constamment. En vue de réduire la consommation de gaz, des recherches sont actuellement entreprises pour la supprimer pendant la période d'éclairage.

La durée moyenne d'un manchon est de 200 heures ; elle atteint souvent 500 et même 1000 heures. L'expérience a montré que les types d'une consommation de 33 litres à l'heure avaient une plus grande résistance que les autres de plus faible capacité et se conservaient mieux. Les cendres des vieux manchons sont recueillies, tamisées et vendues.

Dans certaines administrations, les manchons sont soumis à des épreuves de réception. Celles-ci comprennent d'abord un éclairage d'au moins 150 heures dans une lanterne fixe, qui est ensuite disposée sur une machine à secousses dans le but de vérifier la résistance aux chocs. Des mesures photométriques prises au cours de ces expériences complètent les essais.

L'éclairage des trains par l'Acétylène (1). — Les premiers essais entrepris en vue de l'utilisation de l'acétylène pur à l'éclairage des voitures de chemins de fer, n'ont pas abouti à cause du danger que présente ce gaz quand il est simplement comprimé. La question a été reprise dans ces dernières années, depuis la découverte par MM. Claude et Hesse de la dissolution de l'acétylène sous pression dans l'acétone. Les chemins de fer du Sud de l'Autriche, en particulier, après une longue suite d'essais, viennent d'adopter définitivement ce mode d'éclairage. Ils l'utilisent avec des becs à incandescence du type renversé et ont étudié toute une série de dispositifs de sécurité, rendant l'emploi de l'acétylène absolument sans danger.

Chaque voiture est munie de deux réservoirs fixes de 5 mètres de longueur et de 300 à 400 mm. de diamètre. On y emmagasine,

(1) Génie civil, 8 février 1913.

sous une pression de 14 à 15 atmosphères, une quantité de gaz suffisante pour une durée de 1000 heures d'éclairage. De cette façon, il ne faut les recharger que deux ou trois fois par an, au moment de la revision des voitures.

Pour l'éclairage, le gaz pris à ces réservoirs passe d'abord par un détenteur, où sa pression est abaissée à 0,35 kg. par cm². Il est ensuite uni à de l'air, en proportion constante, dans un appareil très ingénieux, imaginé par le célèbre ingénieur suédois Dalén. Le mélange, qui contient 10 % en volume d'acétylène, après avoir traversé un filtre de sécurité, arrive finalement aux brûleurs. Ceux-ci sont munis d'un allumage par veilleuse. Ils consomment 0,15 litre par bougie-heure et les puissances lumineuses utilisées sont de 35-40 bougies pour les compartiments et 16 bougies pour les couloirs.

Ce procédé d'éclairage par l'acétylène est également assez bien employé par les chemins de fer d'intérêt local et par les tramways. Citons à ce propos, pour mémoire, l'application qui en est faite à Paris, au funiculaire de Belleville, ainsi qu'aux voitures de la Société des Autobus.

MAURICE DEMANET.

ENTOMOLOGIE

Code de Nomenclature entomologique. — Les entomologistes se dirigent dans la nomenclature des insectes par quelques règles empruntées à celles de la Zoologie générale, établies dans plusieurs Congrès. Les besoins de l'Entomologie exigent quelques règles à part et la pratique des différents auteurs n'est pas uniforme, même dans plusieurs points des règles générales de la Zoologie.

C'est pour parvenir à la plus grande uniformité possible, que MM. Banks et Caudell ont entrepris la rédaction d'un Code entomologique. Ce n'est pas l'œuvre d'eux seuls. Avant de l'imprimer on avait envoyé le projet et les épreuves à plusieurs entomologistes des États-Unis et on a tenu compte de leurs observations.

Nous sommes d'accord avec les auteurs de ce Code pour la plupart des règles ou des lois qu'ils établissent, mais il en est

quelques-unes que nous ne pouvons admettre. Les auteurs eux-mêmes prévoyaient cette difficulté ; ils avouent, dans l'Introduction, qu'à peine il y a dans ce Code une règle qui ne soit pas contestée par quelque entomologiste, mais d'autre part ils affirment qu'il n'y en aura certainement aucun qui les refuse toutes. Elles pourront servir, continuent-ils, pour les débutants, qui n'ont pas de parti pris et qui veulent s'accommoder à une norme générale.

En résumé, ces lois expriment, nous semble-t-il, la pratique la plus généralement suivie aux États-Unis.

Ganglions de larves d'Insectes parasités par des larves d'Insectes. — Ce fut avec une surprise générale, mêlée plus d'une fois de scepticisme, qu'on reçut, il y a un peu moins d'un quart de siècle, les très curieuses observations faites par Sasaki. Le naturaliste japonais annonçait que les œufs de la mouche Oudji (*Crossocosmia (Ugimgia) sericariae* Corn.) disséminés par la mère sur les feuilles du mûrier, sont avalés avec les fragments de feuille par le ver à soie, et que les jeunes larves, écloses bientôt après dans l'intestin des chenilles, émigrent dans la cavité générale pour aller s'enkyster dans le cerveau, et dans un des ganglions de la chaîne ventrale.

Depuis lors les expériences se sont poursuivies avec ardeur. Le R. P. Pantel, S. J., entre autres, dont le nom était déjà connu dans ce genre d'études par la publication de ses patientes observations sur la larve du diptère *Thrixion halidayanum* parasite de l'Orthoptère *Phthoa hispanica*, s'était intéressé à ce genre d'investigations. Il les a poursuivies avec acharnement pendant de longues années.

Il a suivi le parasitisme des larves de deux diptères *Tachinaria* sp., fréquente sur la larve du papillon *Chondrostega Vandalicia* Mill., et *Gonia atra* Meig. Les œufs avalés par la larve avec des fragments de feuille, sans être détruits à cause de leur petitesse, pénètrent dans le tube digestif où ils éclosent. La larve se creuse un chemin par l'organisme intérieur jusqu'au ganglion cérébral, qui l'héberge pendant le premier stade. Ce curieux phénomène a donné lieu à diverses explications. Celle du P. Pantel est que la larve parasite choisit cet habitat à cause des avantages, outre la protection mécanique, d'un plus riche approvisionnement respiratoire, tenant à la présence de très grandes cellules trachéolaires. En effet, les cellules trachéolaires sont remarquables chez les chenilles par le nombre et le calibre des canaux

aérifères qui s'y développent au voisinage du noyau, non sans y déterminer souvent des excavations locales. La larve ou les larves logeant dans les lobules nerveux sont rejetées vers la périphérie, et déterminent par le traumatisme une tuméfaction du lobe ; parfois elles arrivent à tuer leur hôte par leur nombre ; parfois, au contraire, les cellules nerveuses entrent en réaction défensive : une active pullulation des cellules embryonnaires et des divisions normales des neuroblastes qui en proviennent comble les vides occasionnés par les ravages directs ou indirects du parasite, en assurant la réintégration rapide de l'organe après son évasion.

Les insectes d'eau douce. — L'étude des insectes d'eau douce a pris un grand essor ces dernières années, surtout en Allemagne et en Belgique, où elle est l'objet d'une série de publications élaborées par des spécialistes. Elle intéresse non seulement au point de vue scientifique, mais aussi par l'utilité pratique qu'on en peut tirer.

Dernièrement M. Ulmer, de Hambourg, désirant étendre le goût de ces études même parmi ceux qui ne s'occupent pas d'Entomologie, a publié un livre de haute vulgarisation, richement illustré de 119 figures insérées dans le texte et de 3 belles planches hors texte ; la reliure elle-même est illustrée par une vue d'ensemble en trois couleurs, qui met sous les yeux tout le sujet de l'œuvre.

L'auteur, étant névroptériste, donne une large étendue à la recherche des Névroptères aquatiques, Odonates et Trichoptères. Il signale les endroits où ils se trouvent, explique les divers états ou phases de leur évolution, décrit les œufs, les larves, les nymphes, les imagos.

Dans cette étude la plupart des ordres d'insectes sont passés en revue après les Névroptères : les Coléoptères avec leurs Hydrophilides et Dytiscides, les Hémiptères avec nombre de genres : *Notonecta, Corixa, Naucoris, Ranatra, Gerris, Velia*, etc. ; les Diptères avec force genres : les *Culex, Corethra, Chironomus, Simulium, Stratiomys, Eristalis*, etc., les Hyménoptères avec leurs *Agriotypus* et *Anaphes*, les Collemboles avec les *Isotoma* ; même parmi le Lépidoptères, on trouve les *Nymphula* passant les premiers étages de leur vie dans les plantes aquatiques.

Les Névroptères à leur tour sont divisés en plusieurs chapitres pour leur étude méthodique : Éphémérides, Odonates, Névrop-

tères planipennes ou Mégaloptères, Trichoptères. L'auteur profite largement des études et des dessins des autres naturalistes ; mais il y ajoute aussi ses propres observations.

Les Orthoptères de Madère. — La faune générale des îles de Madère a été soigneusement étudiée par plusieurs naturalistes, en particulier les oiseaux par le P. Schmitz, créateur d'un riche musée régional au Séminaire de Funchal. Son successeur, le R. P. J. de Gouvea Barreto, ardent naturaliste, a poursuivi avec zèle l'œuvre du P. Schmitz et a augmenté considérablement les collections du Séminaire, surtout son herbier cryptogamique. Les insectes n'ont pas été négligés, et de temps en temps il a envoyé à divers entomologistes ses lots à déterminer. Dernièrement le Dr Burr, grâce à une excursion dans les îles de Madère, a pu dresser le Catalogue complet des Orthoptères connus jusqu'à présent dans ces îles de l'Atlantiques. L'énumération comprend 29 espèces dont une, la *Statyeleis Barretoi* Burr, trouvée et décrite par le Dr Burr, est nouvelle. Pour les autres, la plupart d'entre elles appartiennent à la faune paléartique, d'autres sont de la faune africaine, quelques-unes sont propres à Madère.

Les Orthoptères transcaspiens. — La région, riche sans doute en Orthoptères, de la steppe des Kirghises, du Turkestan, des environs du Caucase, a été explorée à maintes reprises par M. Uvarov, de Saint-Pétersbourg. Le résultat en a été la publication de différentes brochures où on établit la faune orthoptérique de ces régions. Toutes les espèces connues jusqu'à ce jour y sont énumérées, plusieurs nouvelles sont décrites en latin et figurées. Entre autres déjà connues il est à remarquer le *Gryllodes macropterus* Fuente, trouvé jusqu'à présent seulement au centre de l'Espagne.

Les Gryllacris (Orth.) de Bornéo. — D'une grande utilité pour les entomologistes est le *Prospectus Gryllacridarum Borneensium* qu'a publiés le savant monographiste des Gryllacrides le Dr Griffini, après avoir épuisé la bibliographie et avoir fait plusieurs travaux isolés. Il est rédigé comme ceux qu'il avait déjà publié pour les espèces africaines, pour celles de Madagascar, pour les américaines et pour celles de la Nouvelle Guinée. La clé dichotomique étant en latin peut être d'un usage universel et aucun doute ne peut se présenter sur l'acception des mots.

La larve des Némoptérides (Neur.). — Pendant plus d'un demi-siècle aucun entomologiste n'a pu voir la larve des Némoptérides, dont la biologie était dans les ténèbres. Ce qu'on croyait savoir sur la larve des insectes de cette famille était réduit aux observations de Roux publiées en 1833 sur son *Necrophilus arenarius* qu'il croyait un coléoptère adulte et que Westwood, en 1840, et les entomologistes postérieurs ont rapporté à une larve de Némoptéride, sans doute de la tribu des *Némopterins*, probablement de l'espèce *Stenorrhachus costatus* Klug, de l'Égypte.

Quelques faits concernant la biologie de l'imago avaient déjà été constatés pour la *Nemoptera bipennis* Ill. par Dufour et pour la *Josandreva Sazi* Nav. par le Rév. Andreu.

Malgré les soins des entomologistes intéressés à connaître avec certitude la forme et les mœurs des larves de cette famille, on n'y avait jamais réussi.

Mais dernièrement M. Imms, ayant élevé *ex ovo* plusieurs échantillons d'une espèce connue dans l'Inde anglaise, la *Croce filipennis* Westw., a pu suivre sa biologie jusqu'à l'imago, et nous avons acquis définitivement la connaissance de ces insectes pendant les premières étapes de leur vie.

L'œuf de la *Croce filipennis* mesure un peu plus d'un demi-millimètre ; la larve a une figure semblable à celles des Ascalaphides et des Fourmilions ; elle vit cachée dans le sable excepté le bout de la tête, armée de fortes mandibules, qu'elle laisse à découvert ; elle se nourrit de petits insectes qu'elle suce : lorsqu'elle a atteint la longueur de 7 millimètres, elle file un cocon en joignant les particules de sable au moyen de la soie qu'elle sécrète par le bout de l'abdomen ; après trois semaines elle éclôt en coupant une partie du cocon. La durée totale de sa vie est de onze mois et demi.

La biologie de la Panorpa Klugi Mac Lachl. (Neur.). — Les études de biologie sur les insectes sont toujours très intéressantes, même lorsqu'on connaît en général la biologie de la famille. Celle des Panorpides d'Europe était déjà connue grâce surtout aux investigations de Brauer, mais on ne connaissait presque rien des Panorpides du Japon, nation des plus riches en ces insectes. C'est M. Miyaké, de Tokyo, qui a pu remplir cette lacune par l'étude détaillée d'une espèce, la *P. Klugi*, fréquente sans doute au Japon. Il en suit toute l'évolution. Les œufs sont déposés par la mère dans quelques fissures du sol ; ils éclosent

vers le huitième jour. La larve se nourrit d'insectes. En captivité elle refusait constamment les morceaux de viandes et prenait des larves du ver à soie et ses chrysalides. Elle passe par sept changements de peau, et ce qui est plus rare, les trachées aussi sont changées à chaque mue, en augmentant le nombre des ouvertures. La pupe est libre et au bout d'une semaine environ elle se transforme en imago. La vie de l'imago est assez longue, un mois environ, plus courte en général chez le mâle. Plusieurs figures formant deux planches illustrent cette belle étude de Miyaké.

J'ajouterai que l'auteur, guidé par ses propres observations, forme une sous-espèce de la *P. Klugi* qu'il appelle *nigra*, à laquelle il rapporte comme variété la *P. nipponensis* Nav. (= *brachypennis* Miyaké). On peut discuter si la *P. nipponensis* appartient spécifiquement à la *P. Klugi* ; mais en tout cas, le nom *nipponensis* étant antérieur à *brachypennis* et *nigra*, lui seul peut subsister et ces deux autres doivent passer à la synonymie.

Les Névroptères d'Irlande. — Les auteurs anglais, Mac Lachlan en particulier, se plaignaient que la faune névroptérique d'Irlande fût encore très peu étudiée. M. King avait eu l'attention attirée de ce côté, et avait contribué à augmenter cette connaissance par de nombreuses publications, spécialement le Catalogue des Névroptères d'Irlande publié en 1889. Ses efforts ont été aidés postérieurement par un jeune naturaliste, M. Halbert, et c'est à cette collaboration que nous devons la publication d'un catalogue complet de la faune névroptérique d'Irlande. Nous y trouvons un nombre total de 105 genres et 240 espèces. Les Psocides avec 30 espèces et les Hémérobides avec 17 y sont bien représentés. En revanche nous n'y voyons que la *Panorpa germanica* L. parmi les Panorpides, et encore est-elle rare et locale. La bibliographie et les indications des différentes localités pour chaque espèce sont complètes dans la monographie de King et Halbert. Un aperçu sur l'extension géographique des espèces irlandaises en rapport avec la faune européenne est donné opportunément.

Libellules nouvelles de l'Orient. — Le Dr Ris, en même temps qu'il élabore le grand ouvrage de la monographie des *Libellulinæ* pour la collection de Sélys-Longchamps, a trouvé le temps de publier plusieurs mémoires dans différentes revues. Il faut remarquer parmi ceux-ci la description d'espèces nouvelles

de Formose, du sud de la Chine, du Tonkin et des Philippines. Il ne se borne pas à la publication des nouveautés ; il refait et élargit aussi la description de quelques espèces déjà connues, parfois il débrouille quelque groupe et donne le tableau dichotomique des espèces de quelques genres. Le tout est largement illustré par des figures dans le texte et par des planches hors texte.

L'auteur a procédé d'une façon semblable dans l'étude des libellules de Java et de Krakatau.

Les Odonates nord-américains du genre Æshna. — C'est une étude monographique qu'a entreprise M. Walker, de l'Université de Toronto. D'abord il faut rendre raison du nom *Æshna*, car c'est *Æschna* qu'on écrit généralement. C'est Fabricius dans son Syst. Ent. 1775, p. 424, qui a créé ce genre, et a écrit, peut-être par erreur typographique, *Æshna* changé postérieurement (1882) en *Æschna* par les éditeurs de *Illiger Magazin für Insecktenkunde*, vol. I, p. 126. Kirby le premier en Angleterre a restitué le nom primitif, sans succès parmi les névroptéristes d'Europe. Mais aux États-Unis Calvert en 1905 et Walker en 1912 adoptent ce nom, ce qui n'empêche pas qu'ils acceptent des noms composés d'*Æschna*, tels que *Basiæschna*, *Amphiæschna*, etc.

La monographie de Walker est complète. Elle comprend la description large des espèces, leur distribution géographique, leur biologie, leur évolution. Plusieurs planches hors texte et quelques gravures intercalées contribuent à illustrer le sujet. Une clé dichotomique facilite la recherche des espèces nord-américaines.

Les Trichoptères de Danemark. — Grâce aux assidues investigations de M. Petersen, on a pu arriver à la connaissance complète des Trichoptères existant en Danemark. Il a publié ses recherches sous forme de catalogue synoptique et en langue danoise, pour l'utilité de son pays et pour engager les débutants à poursuivre cette étude.

Les Trichoptères fossiles de l'ambre. — On voit dans tous les musées et dans les plus riches collections ces belles inclusions d'insectes dans l'ambre de la Baltique, où ils se trouvent merveilleusement conservés comme s'ils étaient vivants et endormis. Depuis longtemps ils ont excité l'attention des naturalistes, et dans les ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRU-

xelles, nous avons vu à plusieurs reprises les communications de M. Meunier au sujet des Diptères.

Mais l'étude des Trichoptères de l'ambre était restée en arrière. Depuis la publication de l'ouvrage de Hagen en 1856, on n'avait guère écrit sur ce groupe si intéressant et si nombreux des insectes névroptères. Les échantillons se trouvaient partout ; il fallait les assembler, les étudier et en faire un ouvrage d'ensemble, les décrire et les classer méthodiquement. C'est ce qu'a fait M. Ulmer, de Hambourg, qui s'était déjà créé une renommée impérissable dans l'étude des Trichoptères vivants.

L'éminent monographiste, a eu, sous les yeux pour ce travail, 5060 échantillons qu'il a reçus de 14 provenances diverses, d'Allemagne, d'Autriche, d'Angleterre, de Belgique et d'Espagne. Plusieurs musées et quelques particuliers lui ont offert de précieuses et riches collections, mais les plus gros lots venaient de Königsberg, dont l'Institut de Géologie lui a fourni 2300 échantillons et le Dr Klebs 1600.

L'ouvrage a été mené à bien par les pénibles travaux de l'auteur. Il a créé de toutes pièces, peut-on dire, la science des Trichoptères de l'ambre : 52 espèces appartenant à 56 genres et à 12 familles ont été étudiées et décrites. Un grand nombre de ces espèces sont nouvelles pour la science, ainsi que 26 des genres qu'il énumère.

La famille des Polycentropides est la plus riche. Elle est représentée par 67 espèces tirées de 1398 échantillons. Les espèces de Séricostomides abondent aussi, avec 23 espèces, et les Psychomyides avec 16 ; les autres familles sont plutôt pauvres, représentées par peu d'espèces.

Système digestif des Homoptères. — Le populaire « crachat de coucou », amas de mousse blanche, si fréquent aux mois de mai et de juin, sur les herbes et sur les saules, avait excité depuis longtemps la curiosité du peuple et les investigations des naturalistes. Les auteurs qui en ont parlé sont nombreux de nos temps, et on fait remonter la littérature du sujet jusqu'à saint Isidore de Séville. Cette boule d'écume est due aux larves de quelques Hémiptères Homoptères de la famille des Cercopides.

Sur les saules, la production est due exclusivement, dans nos pays, aux larves d'*Aphrophora salicis* De Geer, sur les plantes basses et sur une foule d'arbustes, surtout dans les jardins, à

Ptyelus spumarius L.; dans les endroits marécageux et de bruyère, à *Ptyelus lineatus* L. et *Ptyelus minor* Kl.

On connaissait assez vaguement le mécanisme de production de cette substance si particulière. Fabre, avec son style imagé, avait écrit : « La cicadelle se couvre d'une mousseline dont l'intestin est en partie le manufacturier. » Le R. P. Emile Licent, S. J., a repris ces études avec soin et une constance étonnante pour en faire le sujet d'une thèse de doctorat.

Nombre d'espèces d'Europe, de l'Afrique et de l'Asie lui ont fourni un matériel abondant pour ses recherches.

Le mécanisme externe de production de cette substance est ainsi décrit : « Des larves de *Cercopidæ*, après avoir été tenues trente minutes à sec, sont remises à sucer des branches de leur plante préférée ; elles laissent bientôt couler, par l'anus, un flot de liquide continu, tout différent, comme manière d'être, des gouttelettes que les adultes projettent loin d'eux. L'excrétion forme au bout de quelques minutes une goutte claire comme de la rosée, qui tantôt s'attache sur le dos, tantôt passe à la face ventrale de l'abdomen, tantôt apparaît d'un coup et reste à l'extrémité anale. L'animal finit souvent par en être entièrement submergé : c'est dire le volume de liquide. Cependant, l'insecte fait subir aux anneaux abdominaux des élongations et des rétractions à la façon d'un tube de télescope. Soudain, une bulle apparaît au bout de l'abdomen, lequel est souvent, à ce moment, hors du liquide. L'abdomen se recourbe aussitôt vers le support tout humide déjà, pour y déposer cette bulle. Puis l'abdomen se relève et une seconde bulle est *pondue* toute formée, comme la première. Après celle-ci, une troisième et d'autres se succèdent sans interruption, à intervalles très rapprochés et réguliers, jusqu'à couvrir l'insecte, qui suce toujours, d'un « matelas » d'écume blanche, suivant le mot de Fabre ; cet ensevelissement est l'affaire de quelques minutes. Mais le mouvement haut et bas de l'abdomen continue jusqu'à ce que l'extrémité ait peine à émerger. Il se transforme alors en un mouvement giratoire, permettant aux bulles de naître sur le côté et en dehors du crachat pour les y incorporer ensuite. Enfin, la cicadelle cesse de travailler, mais non pas de sucer, et la déjection anale finit par couler à la base de l'édifice mousseux, le long du support, comme avant le soufflage des bulles. »

L'inspection du tube digestif, assez compliqué, donne à l'auteur le mécanisme intérieur de la filtration du liquide absorbé et de la production de ces bulles : les tubes de Malpighi

produisent l'élément important de cette mousse, le principe visqueux et soyeux qui lui donne sa consistance; le matériel grossier, la grande masse aqueuse, est fourni par l'intestin.

La digestion, dans un courant si abondant et par conséquent rapide, est assurée grâce au « recessus » de la boucle médio-intestinale, tronçon du tube digestif mis hors de circulation, grâce au dispositif de la poche, et dont la gouttière, le segment conique et l'aller de la bouche forment une partie.

Une fois amené à ces recherches sur le tube digestif, l'auteur les a poursuivies sur une foule d'espèces d'Homoptères supérieurs d'autres familles : Cicadides, Membracides, Ulopides, etc. Des centaines de préparations ont été nécessaires pour le travail d'ensemble, dont quelques-unes se voient dans les belles planches de la Thèse et dans les figures intercalées dans le texte. Le résultat a été d'établir définitivement l'organisation du tube digestif de ces insectes, et d'indiquer sa physiologie.

La bibliographie est aussi complète que longue dans cette étude.

L'Homoptère américain le plus ancien. — C'est ainsi que M. Cocquerell, de l'université du Colorado, annonce la description d'un insecte fossile. Le crétacé des États-Unis avait déjà fourni plusieurs restes d'insectes fossiles de divers ordres, Orthoptères et Coléoptères; mais aucun Homoptère n'avait été encore trouvé d'une période si éloignée de nous. M. Coquerell a examiné une empreinte d'un morceau d'aile qu'il attribue à un Homoptère, décrit par lui comme espèce nouvelle et genre nouveau, *Petropterum mirandum*. La formation est marine, mais sans doute du voisinage de la terre; l'insecte sera tombé dans la mer et s'y sera noyé.

Aphides de la péninsule ibérique. — On sait très peu de chose des Aphides de la péninsule ibérique, et ce qu'on a pu étudier est dû surtout aux collections du R. P. Tavares, S. J. du Collège de San Fiel, avant que la révolution portugaise l'ait banni de sa patrie. Les échantillons récoltés ont été étudiés par M. del Guercio, de Florence, qui les a publiés dans la revue Redia.

Les plantes nourricières de ces petites bêtes sont au nombre de 56 espèces. Les Aphides sont énumérés, décrits et en partie figurés; parfois des tableaux dichotomiques sont proposés pour faire le rapport de quelques espèces. Sept genres et dix-sept

espèces sont le produit des chasses du P. Tavares; nous y trouvons quelques nouveautés, comme on pouvait s'y attendre, par exemple : *Tavaresia suberi* (n. g., n. sp.).

Catalogue de Lépidoptères. — La maison Junk, de Berlin, a entrepris la publication d'un grand ouvrage, *Lepidopterorum Catalogus*, d'après le modèle du *Coleopterorum Catalogus*, qui est en publication à la même maison. Il contiendra aussi en langue latine les noms, les synonymes, les variétés, la littérature et la distribution des espèces de Lépidoptères du monde connues jusqu'à ce jour. Chacune des 61 familles sera composée par son spécialiste. L'ouvrage se publie sous la direction du prof. Aurivillius, de Stockholm, et de Wagner, de Berlin.

Collemboles de l'Inde, Birmanie et Ceylan. — Ces petites bêtes, à peine connues de quiconque n'est pas initié à l'Entomologie, avaient été assez négligées par des entomologistes jusqu'en 1873, lorsque Lubbock en publia une belle monographie contenant la description et la figure des quelques formes connues jusqu'alors. Depuis lors plusieurs entomologistes se sont adonnés à la recherche et à l'étude de ces minuscules insectes, avec autant d'ardeur que de succès. Les espèces découvertes sont nombreuses, l'étude de l'organisation de ces bêtes a été poussée très loin et leur classification a été plusieurs fois remaniée.

Un des derniers venus dans ce champ si fécond est le Dr Imms de l'Université d'Allahabad, dans l'Inde anglaise. Là presque tout était à faire, et l'œuvre du Dr Imms a été très méritoire.

Dans sa publication il suit la classification de Börner pour l'arrangement systématique des espèces. La description s'étend à toutes. Il va sans dire que plusieurs nouveautés s'y trouvent : parmi les 53 espèces, nombre total de nos connaissances actuelles sur la faune collembolique de l'orient, nous voyons 26 espèces nouvelles, 4 genres nouveaux, voire même une sous-famille, celle des *Heteromuricinæ*. Pour la description des nouveautés, l'auteur a la bonne idée de donner un courte mais suffisante caractéristique en latin et une description large et détaillée en anglais. Sept planches avec nombreuses figures illustrent son mémoire.

Entomologie médicale. — L'étude des insectes est d'une grande utilité au point de vue médical. Les naturalistes contemporains, après de longues et pénibles observations et des milliers

de préparations microscopiques sont parvenus à découvrir que nombre de maladies infectieuses sont dues aux insectes qui transportent à l'homme les germes dont eux-mêmes sont parasités. Le R. P. Renard, S. J., qui s'est fait un nom dans cette matière par plusieurs publications entomologiques de caractère pratique, a résumé toutes ces observations avec une méthode et une clarté admirables dans un opuscule qu'on peut appeler le *vade-mecum* des voyageurs, surtout dans les pays tropicaux, en particulier pour les Belges, au Congo.

Il passe en revue les nombreuses maladies dont la propagation est attribuée aux insectes : la peste, la maladie du sommeil, le charbon, la fièvre de Malte, le dengue, le paludisme, la fièvre jaune, etc., etc. Il en décrit les symptômes, propose les remèdes les plus faciles et les plus préservatifs. La biologie des insectes transmetteurs y est étudiée avec concision et exactitude, et complétée par plusieurs belles illustrations.

Prix Jules Passet. — Dans son testament olographe en date du 15 mars 1910 M. Jules Passet, décédé le 16 novembre 1912 au château de la Barrière, commune de Vendhuile (Aisne, France) a pris, en faveur de la Société entomologique de France, les dispositions suivantes transcrites littéralement.

« Je donne et lègue à la Société entomologique de France, dont le siège est à Paris, une somme de vingt mille francs qui sera employée à l'achat d'un titre de rente 3 %, sur l'État français dont le produit sera employé chaque année et a perpétuité :

» Un tiers pour la fondation d'un Prix dit « Prix Jules Passet » qui sera décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile à l'Entomologie générale paru dans le courant de l'année et qui aura le mieux et le plus particulièrement traité des larves, c'est-à-dire de l'état premier des insectes, étude trop négligée et pourtant bien intéressante, et les deux autres tiers pour l'acquisition de livres entomologiques et d'insectes. »

La Société entomologique de France a accepté le legs de Passet et à l'unanimité a décidé d'inscrire en tête de la liste de ses membres Jules Passet en qualité de Membre bienfaiteur de la Société.

Nouvelle Société. — Dans le Limbourg Hollandais une nouvelle Société entomologique a été constituée sous le titre « Natuurhistorisch Genootschap van Limburg », qui a pu recruter 195 membres dans la première année de sa fondation.

Son Président est le Rév. Joseph Cremers, vicaire à Eijsden. Le R. P. H. Schmitz S. J., a contribué aussi à sa constitution et à la propagande.

Nécrologie. — Parmi les pertes les plus sensibles qu'ait faites en ces derniers temps l'Entomologie, il faut citer M. Louis Gangblauer, Directeur de la section de Zoologie au Musée d'Histoire Naturelle de Vienne. Il a publié de nombreuses études sur différents groupes de Coléoptères, entre autres les Clés analytiques des familles Œdémerides et Cérambycides. Il laisse malheureusement inachevée une œuvre considérable « Die Käfer von Mitteleuropa », aussi remarquable par la clarté et la méthode que par la précision dans les détails. La première partie du vol. IV a paru en 1904. Il a été enlevé à la suite d'une longue maladie le 5 juin, à l'âge de 56 ans.

LONGIN NAVAS, S. J.

MÉTÉOROLOGIE

Nous avons publié dans la livraison d'avril 1912 (1) de cette REVUE un article relatif à l'hiver de 1911-1912, si remarquable par sa douceur. L'hiver qui vient de finir lui a ressemblé sous beaucoup de rapports et nous nous proposons de résumer ici ce qu'il a présenté de particulier. Nous estimons que l'étude de toute saison anormale, constitue toujours une contribution à la climatologie du pays et, au point de vue de la météorologie générale, il est utile de signaler les troubles dans la marche habituelle des éléments climatiques.

Nous avons exposé dans l'article précité, les principes fondamentaux qu'il importe de retenir pour saisir les liens qui rattachent les caractères d'une saison à la forme dominante du type isobarique. Nous ne reviendrons donc plus sur ces points.

Tout comme au cours de l'hiver 1911-1912, la distribution de la pression est restée relativement constante durant le dernier

(1) *Sur les anomalies climatiques et phénologiques du dernier hiver.*

hiver et, abstraction faite de quelques modifications secondaires et passagères, elle ne s'est guère écartée du type isobarique distinctif des hivers doux que nous avons décrit antérieurement : Persistance de basses pressions à l'Ouest ou au Nord-Ouest de l'Europe, dont la partie septentrionale a en outre été traversée par de nombreux minima barométriques. Anticyclone éloigné au Sud-Ouest et un autre à l'Est ou au Sud-Est. Telle est la situation atmosphérique qui s'est présentée de décembre jusque vers le 10 février et qui résultait d'une forte extension vers l'Europe, prise par la grande dépression islandaise. La conséquence la plus importante, pour l'Europe occidentale, qui en est résultée a été un afflux fréquent d'air chaud et humide sous forme de vents d'entre S et W assez souvent forts. Au début de la seconde quinzaine de février, ce mode de distribution de la pression s'est modifié profondément, lorsque les fortes pressions orientales se sont étendues vers l'Ouest et ont refoulé la dépression occidentale au point de couvrir bientôt tout le continent. Sous l'influence d'une dépression située sur la Méditerranée, des vents froids et secs d'entre E et N se sont alors élevés en nos contrées. Ils ont provoqué, outre un refroidissement bien accentué, un ciel serein ou peu nuageux. Ce changement ne fut heureusement pas de longue durée et dès le 23, la carte isobarique reprenait peu à peu l'aspect qu'elle avait eu en décembre et janvier.

Comme nous l'avons fait remarquer, l'année dernière, les anomalies climatiques d'une saison résultent, avant tout, du régime des vents. Le tableau suivant résume les observations bihoraires de la direction du vent, faites à l'Observatoire royal. On a constaté les nombres suivants des différentes directions :

	Décembre	Janvier	Février	Totaux	Fréquence en p. c. du total des observations	Hiver normal fréquence en p. c.
SW	180	87	73	340	31	33
S	56	104	41	201	18	16
W	102	56	54	212	19	15
NE	3	6	31	40	4	8
N	5	5	10	20	2	3
NW	23	23	14	60	6	5
SE	3	76	26	105	10	7
E	0	15	87	102	10	13

Pour l'hiver pris dans son ensemble, le régime des vents ne s'est donc pas écarté considérablement du régime normal, sauf cependant qu'il y a eu un léger excès des rhumbs S, W et SE. En décembre et janvier les vents chauds d'entre SE et W ont fortement prédominé. Il en a été de même du 1 au 11 et du 24 au 27 février. C'est le fait capital à retenir de ces constatations.

La température est restée presque constamment bien au dessus de la normale et il n'a fait réellement froid que du 16 au 23 février. Décembre, janvier, la première quinzaine et les cinq derniers jours de février n'ont fourni que quatre journées un peu froides. On a observé :

	Max. moyen	Max. absolu	Min. moyen	Min. absolu	Nombre de jours de gelée
Décembre	9°0	12°9	3°6	— 0°9	3
Janvier	7,0	10,2	1,7	— 4,2	9
Février	8,0	13,1	0,8	— 7,1	10

Les valeurs normales des ces divers éléments sont :

	Max. moyen	Min. moyen	Nombre de jours de gelée
Décembre	5°1	0°0	12
Janvier	4,4	— 0,9	14
Février	5,4	— 0,6	11

La dernière décade de décembre a eu une température moyenne de 8°6, normale du début d'avril. Pour les deux mois : décembre et janvier réunis, la moyenne a été 5°4, normale du milieu de mars. La moyenne de la première quinzaine de février a atteint 6°4, normale de fin mars. Par contre, du 16 au 21 février, la moyenne n'a été que 0,1.

Ce sont là les principales inversions thermiques de cette saison ; elles furent remarquables par leur longue durée.

Comme on le constatera par l'inspection du tableau précédent, le nombre de jours de gelée (22) accuse un déficit de 41 % par rapport au nombre d'un hiver normal (37). On n'a compté à l'Observatoire que quatre jours de forte gelée (minimum absolu — 5° ou moins), survenus tous en février.

Sauf en décembre, la saison a été relativement ensoleillée. On a enregistré les nombres suivants d'heures d'insolation :

	Heures	Nombre normal	Jours sans soleil
Décembre	49	53	11
Janvier	71	61	6
Février	120	83	2
Totaux	240	207	19

Rappelons que l'hiver précédent n'avait eu que 122 heures de soleil et que pendant 39 de ces journées l'astre n'avait pas été découvert.

Les précipitations ne furent guère excessives en décembre et janvier et par contre faibles en février, comme le montrent les relevés suivants :

	Haut. d'eau recueillie	Normale	Nombre de jours de : Pl. mesurable	Norm.	Neige	Norm.
	mm.	mm.				
Décembre	73	69	18	16	3	5
Janvier	75	64	21	15	5	6
Février	27	58	13	14	2	6
Totaux	175	191	52	45	10	17

Pour l'hiver 1911-1912, la cote totale avait atteint 226 mm. La neige a été peu fréquente et peu abondante.

En somme, l'hiver a présenté les anomalies suivantes :

1) En décembre, janvier et la majeure partie de février, forte prédominance de vents d'entre S et W, due à la persistance d'un même type isobarique ;

2) Température très élevée ;

3) Insolation en léger excès ;

4) Précipitations relativement fréquentes mais guère excessives. Neige rare.

Sous l'influence de la température élevée, la végétation a présenté les mêmes phénomènes que ceux que nous avons signalés pour l'hiver de 1911-1912.

Chez beaucoup de plantes herbacées, les manifestations de vie active n'ont pas subi d'interruption, d'autres sont sorties beaucoup trop tôt du repos hivernal, enfin d'autres, bien habituées à notre climat, n'ont pas présenté d'anomalies. Citons ici quelques constatations typiques :

Dans la première semaine de janvier, nous avons vu en fleurs des Giroflées quarantaines qui n'avaient pas fleuri en été, Arabette des Alpes, Pensées, Giroflées des murailles, Pâquerettes,

Soucis, Primevères, Cornouiller mâle, Coudrier à gros fruits, Aulne, Orme, Ajonc d'Europe, Mahomia aquifolia. Des pieds d'aubépine et surtout d'arbustes d'origine exotique (Deutzia, Prunus Pissardi, Ribes sanguineum, Lonicera tatarica, Sambucus nigra, Rosiers, avaient les bourgeons fortement gonflés ou entr'ouverts, laissant apparaître les jeunes feuilles. Un pied d'aubépine, chez lequel nous avons constaté depuis de nombreuses années une précocité remarquable, avait déjà des jeunes feuilles entièrement étalées, et de plus il ne s'était pas entièrement dépouillé de ses feuilles de l'année précédente, de sorte qu'en plein hiver il portait deux générations de feuilles bien vertes. La présence simultanée de deux générations de feuilles sur un même arbre est, comme on sait, un phénomène qu'on n'observe le plus généralement que sur les arbres tropicaux ou sur certains arbustes à feuilles persistantes. Pendant tout l'hiver, les herbages et emblavures ont conservé l'aspect verdoyant qu'ils avaient en automne.

Le 25 janvier, nous avons noté la floraison du perce-neige (Galanthus nivalis), de Daphne mezereum, Vinca minor, Pulmonaria ; le 5 février : Pirus japonica, Prunus Pissardi, Crocus sativus, Taraxacum officinale, Anémone des jardins.

Le 11 : Tussilago farfara.

Nous pourrions citer encore d'autres exemples de floraisons ou autres phénomènes végétatifs anormaux constatés en plein hiver. Les quelques gelées survenues dans la dernière quinzaine de février ont été particulièrement funestes pour tous ces végétaux « partis » beaucoup trop tôt. Comme l'année dernière, nos arbres forestiers et la plupart des arbres fruitiers n'ont pas semblé s'être ressentis de ces températures anormales.

E. Vanderlinden.
Météorologiste-adjoint à l'Observatoire royal.

BOTANIQUE ÉCONOMIQUE

—

Sylviculture tropicale. — Une question vitale, pourrait-on dire, pour les régions tropicales est celle de l'exploitation des forêts et de leur régénération. A différentes reprises on a insisté en Belgique sur l'étendue occupée dans notre Colonie par la

forêt et, de divers côtés, on a conseillé l'exploitation intensive de cette forêt dans le but d'amener dans la mère patrie du bois à utiliser pour divers buts.

Jusqu'à ce jour, nous ne sommes pas arrivés au Congo à exploiter rationnellement nos forêts. La raison de cette non-exploitation rationnelle est aisée à saisir. Jamais encore on ne s'est occupé d'une façon sérieuse de l'étude de cette forêt, non seulement des méthodes à employer pour l'exploiter mais surtout des conditions dans lesquelles elle se trouve actuellement. Et cependant, si on laisse les choses se continuer il arrivera un moment où la forêt aura disparu, et où les conditions de végétation des arbres seront si fortement affectées que la régénération des forêts deviendra impossible.

M. Broun, qui a été pendant quelques années Directeur du service forestier du Soudan Anglais, a condensé, en un volume récent, un certain nombre de considérations des plus importantes sur les forêts en général et sur les forêts africaines en particulier.

Nous ne voulons pas insister sur tous les paragraphes intéressants de ce volume (1) dont nos agents gouvernementaux devraient étudier le contenu ; mais nous croyons utile d'indiquer superficiellement les principaux d'entre eux.

Dans une première partie, l'auteur passe en revue les facteurs qui dirigent ou influencent l'existence des forêts ; ce sont : sol, climat, animaux alliés et ennemis, l'homme.

Plus d'une fois il a été question, à propos de l'exploitation agricole de notre Colonie, du procédé, plus ou moins barbare, employé par l'indigène et même par le blanc, qui consiste à détruire, par le feu, sans songer à l'avenir, herbes ou arbres qui gênent le développement cultural.

Un chapitre que l'on devrait méditer est celui que consacre l'auteur à l'étude de l'influence des forêts sur le climat en général et sur les conditions locales de la végétation. Les rapports de la forêt et des chutes d'eau de pluie, de la forêt et des réserves d'eau dans le sol, et de la température ambiante ; de l'utilisation des arbres comme brise-vents, sont suffisamment connus, mais il est une autre influence qui, tout en étant bien définie, n'est pas suffisamment observée par nos coloniaux, c'est celle de la préservation contre l'érosion, contre ce lavage énergique de la

(1) *Sylviculture in the Tropics* par A. F. Broun. Macmillan and Cy, London, 1912. Un vol. in-8° de 308 pp. avec 96 fig. dans le texte.

couche superficielle du sol qui perd, en même temps que l'humus et ses substances salines solubles, ses propriétés culturales.

Si l'on détruit la forêt, on sera indiscutablement forcé de la reconstituer ; mais cela n'est pas toujours aisé. Après la déforestation on se trouvera en présence d'un sol qui ne sera pas capable de permettre la croissance de toutes les essences forestières et l'on devra, pour arriver à un résultat, faire une série d'expériences qui pourront être de longue durée.

Toutes les opérations nécessaires à la formation et à la régénération des forêts sont soigneusement étudiées par M. Broun et nous n'avons nullement envie de les examiner ici en détail, malgré leur importance.

Nous tenons simplement à signaler encore une partie très importante de ce volume, dans laquelle l'auteur étudie les méthodes spéciales pour le maintien et la protection des forêts. Dans cette partie nous signalerons spécialement le chapitre qui traite de la protection contre le feu, qui a donné lieu, dans ces dernières années, à une polémique très vigoureuse. Il s'est trouvé en effet en Amérique, en Asie et en Afrique, des partisans pour et contre la protection.

Nous croyons pouvoir certifier que partout une protection est nécessaire et que sans elle on arrivera rapidement à une destruction désastreuse de la forêt, non seulement au point de vue économique mais encore au point de vue climatérique. Cet aperçu très sommaire, peut rendre compte de l'importance du livre de M. Broun qui doit faire réfléchir les gouvernements coloniaux sur la nécessité de créer partout un service forestier compétent tel que ceux qui ont été installés dans certaines colonies anglaises, américaines et hollandaises. Il serait grand temps, comme nous l'avons dit plusieurs fois, que des missions forestières suffisamment dotées pussent circuler dans notre Colonie, afin de déterminer de façon précise, quels sont exactement les genres de forêts — et leur constitution — que l'on rencontre dans notre Congo, afin d'asseoir les bases d'une organisation forestière scientifique.

Question cotonnière. — La question cotonnière de la plus haute importance, à plusieurs points de vue, fait depuis quelques années l'objet des études des planteurs et des industriels, de celles des capitalistes qui ont un intérêt à se tenir au courant des progrès réalisés dans les branches de ce domaine et de celles des botanistes qui cherchent dans l'étude de la biologie de cette

plante les moyens d'augmenter les rendements pour le plus grand bien des autres intéressés.

En Belgique nous avons vu, dans ces dernières années, paraître de nombreux travaux sur le cotonnier. Citons en passant ceux qui lui ont été consacrés par la REVUE ÉCONOMIQUE INTERNATIONALE qui, récemment encore, a publié un article sur ce textile, dû à la plume de M. le prof. Lauwick, de l'Université de Gand, et dans lequel il est spécialement question du cotonnier en Asie.

Plus récemment, M. l'ingénieur Lehmann, de Krefeld, a fait paraître l'édition pour 1913 de l'ANNUAIRE COTONNIER qui voit le jour régulièrement depuis 1880. Il convient, nous semble-t-il, d'attirer, en ce moment surtout, l'attention sur ce travail qui donne, pour bien des points, un résumé à jour (1). Il est naturellement très complet sur l'état de la question cotonnière dans les colonies allemandes où la culture de ce textile a pris un très grand essor, grâce surtout à l'action du Comité colonial économique allemand qui a fondé dans son sein une section spéciale cotonnière dont le but est semblable à celui qui a présidé à la fondation des associations cotonnières en Angleterre et en France.

On sait qu'en 1914, une exposition sera organisée à Londres, où la question du coton sera particulièrement étudiée. Déjà le comité de cette exposition est nommé et on est assuré d'un succès, d'autant plus qu'elle se donnera en même temps qu'une nouvelle exposition et qu'un nouveau congrès caoutchoutier.

En Afrique, c'est particulièrement dans les colonies orientales allemandes que la culture du cotonnier s'est étendue, c'est d'ailleurs aussi de là qu'est exportée actuellement la plus grande quantité de coton africain vendue à Brême à la bourse cotonnière.

Les récoltes pour 1911-1912, ont été estimées :

Afrique orientale allemande : 5000 balles de 250 kilos.

Togo : 3580 balles de 250 kilos.

En 1910-1911, les rendements étaient respectivement de 2500 et de 2220 balles.

Dans ces colonies, des usines déjà bien outillées fonctionnent pour l'emballage, plusieurs d'entre elles ont été montées par le Comité colonial allemand. La productivité des autres grands

(1) Lehmann, *Das illustrierte Jahrbuch mit Kalender für die gesamte Baumwoll-Industrie*. Leipzig H. A. Ludwig Degener. Un volume de plus de 500 pages avec 280 figures dans le texte.

pays producteurs est également analysée. Celle de l'Amérique du Nord, qui reste malgré les efforts des autres métropoles coloniales la plus grande productrice, donne à l'auteur l'occasion de faire de longs exposés. Elle a atteint, pour 1911, 14 885 000 balles de 250 kgs et se place naturellement loin en avant des productions des colonies françaises, de l'Asie et de l'Égypte.

A propos du cotonnier en Égypte signalons aussi l'importante étude de M. M. Schanz, du Comité colonial économique allemand, qui a été publiée en supplément au TROPENPFLANZER de Berlin, et dans laquelle l'auteur a résumé les observations qu'il a faites sur ce textile pendant ses nombreux voyages dans le nord-est de l'Afrique (1).

On sait qu'actuellement sept variétés principales de cotonniers se partagent la culture qui s'étend pour l'Égypte sur 1721 feddans (1912).

Malgré l'intérêt qui s'attache à ce travail, nous ne pouvons insister davantage, comme nous ne pouvons attirer l'attention sur les progrès faits dans tous les pays producteurs et dans les pays consommateurs par l'industrie cotonnière. Le livre de M. Lehmann et les autres travaux que nous avons cités donnent à ce sujet des chiffres suggestifs, plusieurs montrent l'accroissement, dans le monde, du nombre des fuseaux et des métiers mécaniques destinés à transformer le coton brut en tissus.

Nous faisons allusion plus haut aux travaux des botanistes. Dans ce domaine, un travail récent de M. W. Lawrence Balls étudie la plante qui fournit le coton en Égypte et montre l'intérêt que possède, dans une question telle que celle-là, l'étude purement scientifique (2). L'auteur s'est en effet préoccupé de rechercher comment se sont formées, en Égypte, les variétés commerciales et quelle a été l'importance du milieu ambiant sur la transformation de ce végétal intensément cultivé.

Malgré les études poursuivies depuis de nombreuses années, les conclusions ne sont pas encore d'une stabilité parfaite, elles démontrent toutefois que l'hybridation naturelle et l'hérédité doivent être prises en considération dans l'établissement des cultures. La question génétique, qui, depuis la remise au jour

(1) *Die Baumwolle in Aegypten und in englisch-aegyptischen Sudan*, Beihefte zum TROPENPFLANZER, février 1913, 180 pp.

(2) W. Lawrence Balls. *The cotton plant in Egypt. Studies in physiology and genetics*, Macmillan and C°, London, 1912. Un volume de 200 pages in-8°, 71 figures et graphiques dans le texte.

de la loi de Mendel a fait des progrès, se trouve encore une fois à la base de l'avenir de la culture économique. Ceux qui s'intéressent à la question trouveront à la suite de ce travail une bibliographie très étendue sur le cotonnier, mais qui est cependant encore loin d'être complète, car il est dans le domaine botanique, agricole, économique, peu de plantes sur lesquelles on ait autant publié et il est peu de produits dont l'étude soit devenue aussi compliquée.

Le Cacaoyer. — Depuis peu on se préoccupe assez bien, dans les milieux coloniaux, du cacao, et cette question semble intéresser vivement les Africains.

Il y a quelques années nous avons vu paraître sur ce sujet les études de M. A. Chevalier, qui, à la suite de son voyage à San-Thomé, a publié son livre : *Le cacaoyer dans l'Ouest africain.*

Tout récemment M. Yves Henry, directeur de l'Agriculture aux Colonies, a donné, dans la collection des ouvrages : *Matières premières africaines* (édition Aug. Challamel à Paris), une nouvelle étude sur le cacao, dans laquelle les paragraphes consacrés à l'extension de la culture de cette plante dans les colonies anglaises de l'Afrique occidentale, Gold-Coast et Nigéria, sont surtout suggestifs. On sait, en effet, que dans ces deux régions la culture du cacaoyer a été entreprise par les indigènes, ce qui nous a donné un bel exemple de ce que l'on peut obtenir en poussant le noir dans la culture en tour de case (1).

On a pu observer dans certaines régions des rendements de 4 à 5 livres de cacao sec par arbre et par an ; ce cacao indigène était vendu à un prix relativement élevé, inférieur peut-être à celui des plantes de culture, mais cependant très suffisant pour donner un bénéfice considérable aux planteurs.

M. le prof. Perrot (2), dans le Bulletin des Sciences pharmacologiques de Paris, mars 1913, vient de publier une revue de quelques points de l'histoire et de la préparation du cacao. Cette préparation a, comme on le sait, fait l'objet d'un concours organisé à Londres avec l'aide des grandes firmes cacaoyères d'Europe ; le résultat de ce concours sera publié bientôt par les soins de M. Harold Hamel Smith, le Directeur du périodique

(1) Yves Henry. *Le Cacao*, production, culture, préparation, un vol. de 106 pp., et une carte hors texte. Paris, A. Challamel, 1913.

(2) Bulletin des Sciences pharmacologiques, tome XX, n° 3, 1913, p. 157 et suiv.

anglais TROPICAL LIFE. Cette question est passée également en revue dans le livre de M. Y. Henry, auquel nous faisions allusion plus haut, comme d'ailleurs tous les autres points principaux de la culture et de l'exploitation du cacaoyer.

Nous ne pourrions suivre ici les exposés des divers auteurs dont nous venons de rappeler les travaux, mais il est une question sur laquelle nous avons, plus d'une fois, attiré l'attention et qui, pensons-nous, mérite d'être remise en vedette : c'est celle de la destruction de la forêt pour l'installation de plantations. M. Y. Henry se prononce lui aussi contre cette façon d'opérer : « La mise à feu, dit-il, détruit toute la végétation superficielle de la forêt et la plus grande partie des débris organiques qui recouvrent le sol. Dénudé, tassé et raviné par les pluies, ce dernier se recouvre d'une végétation toute nouvelle formée en majeure partie de solanées, zingibéracées et graminées. » Cette destruction modifie le régime forestier et nous acceptons la conclusion qu'il émet, quand il ajoute que le planteur, « soit à cause de la pauvreté du sol, soit par insuffisance de moyens, ne peut le reconstituer (régime forestier) rapidement ».

Pour arriver à une saine culture du cacaoyer il faudrait étudier avec soin les conditions de préparation du sol qui retentiront d'ailleurs tout autant sur la culture d'autres essences. Mais d'autres considérations doivent aussi intervenir : celle de la propriété, celle de l'instruction également, mais cette dernière question demande à être résolue dans un sens pratique : comme l'a très justement fait ressortir M. Y. Henry, il faut que l'éducation des jeunes noirs se fasse sur place, qu'on leur enseigne le respect de la famille et l'amour du travail et de la terre. C'est là, pensons-nous une des choses auxquelles on a trop peu songé en général dans la colonisation de l'Afrique centrale et ce sont certes les Anglais et après eux les Français qui ont obtenu, grâce à cette méthode d'émancipation de l'indigène, les meilleurs résultats économiques.

Nous disions tout à l'heure qu'il fallait envisager pour la colonisation la grave question de la propriété. C'est l'opinion de la plupart de ceux qui cherchent à élucider le problème de la colonisation des pays neufs par l'agriculteur. Cette méthode est la seule viable, d'ailleurs, car sans l'agriculture une colonie tropicale ou subtropicale ne peut se développer. Dans sa récente brochure M. l'ingénieur agronome Bourote (1) a aussi insisté

(1) *Pour coloniser au Maroc.* — La Chaouia agricole. — Paris, Hachette et Cie, 1913, une brochure 78 pp. avec fig.

sur l'importance de la réglementation de la propriété et il a même consacré un paragraphe à l'étude de l'état de la propriété indigène qui doit devenir personnelle, pour une véritable colonisation agricole durable.

Mais en même temps que se créerait la propriété il serait nécessaire de mettre l'indigène à l'abri de l'usure qui pourrait, comme on l'a vu quelquefois, dans certaines colonies, détruire en fort peu de temps un bel avenir agricole colonial.

É. D. W.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VINGT-TROISIÈME VOLUME (TROISIÈME SÉRIE)

TOME LXXIII DE LA COLLECTION

Livraison de Janvier 1913

JUBILÉ PROFESSORAL DE M. A. VAN GEHUCHTEN 5

LA RÉORGANISATION MILITAIRE DE LA BELGIQUE, par **M. Jean Nélusey** 31

L'ÉVOLUTION DE LA CHIMIE PHYSIQUE, par **M. Georges Lemoine** 61

SITUATION ÉCONOMIQUE DU ROYAUME-UNI COMPARÉE A CELLE DE L'ALLEMAGNE, par **M. H. Mansion**. 85

RÉCEPTION PHOTOGRAPHIQUE DES RADIOTÉLÉGRAMMES ET PAR CE MOYEN COMPARAISONS PRÉCISES DES PENDULES ASTRONOMIQUES ET DES CHRONOMÈTRES A DISTANCE, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.** 128

LA MÉCANIQUE DE LA LOCOMOTION ANIMALE, par **M. J. Delemer** 168

LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES ET PHILOSOPHIE SPIRITUALISTE, par le **R. P. L. Boule, S. J.** 192

LA VALENCE CHIMIQUE *(Appendice)*, par **M. P. Bruylants** 229

VARIÉTÉS. — *L'Organisation et la situation actuelle de l'Enseignement agricole en Belgique*, par **M. J. Vandervaeren** 237

BIBLIOGRAPHIE. — I. I. L'équation de Fredholm et ses applications à la Physique mathématique, par B. Heywood et J. Fréchet. — II. Introduction à la théorie des équations intégrales, par T. Lalesco, **Adhémar** 272

II. Éléments de la théorie des groupes de substitutions, par J.-A de Séguier, **M. O.** 273

III. Œuvres de Charles Hermite, publiées par E. Picard, **M. O.** 276

IV. An elementary treatise of Cross-Ratio Geometry, par le Rév. J.-J. Milne, **F. W.** 277

V. Hermann Grassmanns gesammelte mathematische und physikalische Werke, **W.** 279

VI. Cours de Trigonométrie, par T. Caronnet, **M. O.** 279
VII. Essai de Géométrie analytique modulaire à deux dimensions, par G. Arnoux, **M. O.** 280
VIII. Tables de logarithmes avec 3 quatrades et nombres correspondants avec 12-13 chiffres, par A. Guillemin, **M. O.** 280
IX. B.-G. Teubners Verlagskatalog auf dem Gebiete der Mathematik, Naturwissenschaften, Technik, **W.** 282
X. La logique déductive, par A. Padoa, **F. W.** . . 282
XI. Mécanique appliquée, par John Perry, **H. G.** . 288
XII. Les canalisations isolées, par J. Grosselin, **J. H.** 292
XIII. La théorie des ions et l'électrolyse, par Aug. Hollard, **H. d. G.** 293
XIV. Cours de routes et voies ferrées sur chaussées, par H. Heude, **R. V. d. M.** 296
XV. Cours de Ponts métalliques, par Jean Résal, **R. V. d. M.** 300
XVI. Organes des machines opératrices et des transmissions, par L. Jacob, **G. C.** 302
XVII. Théorie du navire, par L. Bourdelle, **G. M.** . . 304
XVIII. Constructions navales. Coque, par J. Rongé, **G. M.** 307
XIX. Les Tremblements de Terre, par H. Douxami, **G. Delépine** 309
XX. Les parathyroïdes, par Louis Morel, **J. Maréchal** 312
XXI. Le goût et l'odorat, par L. Larguier des Bancels, **J. Maréchal** 313
XXII. Zigzags au pays de la Science, par A. Acloque, **N. N.** 314
XXIII. Quatre Français, par Denys Cochin, **C. de Kirwan** 315
XXIV. Les embarras de l'Allemagne, par G. Blondel, **Éd. Van der Smissen** 317
XXV. The sociological value of Christianity, par G. Chatterton-Hill, **A. Vermeersch, S. J.** 318
Revue des recueils périodiques.
Astronomie, par **N. N.** 323
Physique du globe, par **J. T.** 334
Biologie, par **L. R.** 341
Nécrologie. — *Henri Desplats*, **la Rédaction** 348

Livraison d'Avril 1913

Louis Henry (1834-1913), par **M. P. Mansion** 349
Les localisations cérébrales et la philosophie spiritualiste *(suite et fin)*, par le **R. P. L. Boule, S. J.** . 352
L. R. P. J. Van den Gheyn, par le **R. P. P. Peeters, S. J.** 389
La réorganisation militaire de la Belgique *(suite et fin)*, par **M. Jean Nélusey** 397
Orientations nouvelles dans l'étude du métabolisme animal, par le **R. P. J. Maréchal** 438
Situation économique du Royaume-Uni comparée à celle de l'Allemagne *(suite et fin)*, par **M. H. Mansion** . 492
La perception du monde extérieur, par le **R. P. R. de Sinéty** 540
Variétés. — I. *J.-J. Sylvester (1814-1897)*, par **M. P. Mansion** 568
II. *La rotation des planètes et la théorie des marées*, par **M. le Cel du Ligondès** 579
III. *Les Mondes présents, passés ou futurs*, par **M. C. de Kirwan** 598
Bibliographie. — I. Cours d'Analyse infinitésimale, par Ch.-J de la Vallée Poussin, tome II, **R. d'Adhémar** . 615
II. Problèmes d'Analyse mathématique, par E. Fabry, **R. d'Adhémar** 616
III. Leçons sur les singularités des formes analytiques, par Paul Dienes, **M. O.** 617
IV. Lehrbuch der Funktionentheorie, par le Dr W.-F. Osgood, **W.** 619
V. Cours de Géométrie infinitésimale, par G. Demartres, **M. O.** 619
VI. Les appareils d'intégration, par H. de Morin, **M. O.** 622
VII. Paul Tannery. Mémoires scientifiques, publiés par J. L. Heiberg et H.-G. Zeuthen, **H. Bosmans, S. J.** 624
VIII. Leçons sur les Hypothèses Cosmogoniques, par Henri Poincaré, **N. N.** 625
IX. Cours de physique générale, par H. Olivier, tome II, **L. R.** 627
X. I. Optique géométrique, par J. Blein ; II. Instruments optiques d'observation et de mesure, par J. Raibaud, **Ph. du P.** 628

XI. Optique physique, par R.-W. Wood, **J. T.** . . 631
XII. Radioactive substances and their radiations, by E. Rutherford, **V. S.** 635
XIII. Notes et formules de l'Ingénieur, par De Laharpe, **J. H.** 637
XIV. Les moteurs à combustion interne, par Aimé Witz, **Ph. du P.** 637
XV. Freinage du matériel de chemin de fer, par P. Gosselez et A. Jonet, **G. C.** 643
XVI. Propagation des courants électriques dans les conducteurs téléphoniques et télégraphiques, par J.-A. Fleming, **I. T.** 646
XVII. Les Textiles végétaux, par J. Beauverie, **É. D. W.** 649
XVIII. A manual Flora of Egypt, par le Dr Reno Muschler **É. D. W.** 651
XIX. La pression osmotique et le mécanisme de l'osmose, par Pierre Girard, **J. Maréchal.** . . . 653
XX. Traité de Chimie inorganique, par A.-F. Holleman, **H. de Greeff, S. J.** 653
XXI. Savants du jour. — Armand Gautier, **X.** . . . 660
XXII. Le falsificazioni di Ernesto Haeckel, par les Drs A. Brass et A. Gemelli, **Dr J. M.** 661
XXIII. Les Nerveux, par l'abbé J. Toulemonde, **É. E.** . 663
XXIV. De Vasectomia duplici necnon de matrimonio mulieris excisae, par le R. P. J.-B. Ferreres, S. J., **J. S.** 663
XXV. Cours de Droit forestier, par Ch. Guyot, **C. de Kirwan** 664
XXVI. Piccola Biblioteca scientifica della Rivista di Filosofia Neo-Scolastica, **J. M.** 668
Revue des Recueils périodiques.
Sciences techniques, par **M. M. Demanet.** . . . 669
Entomologie, par le **R. P. L. Navás, S. J.** . . . 681
Météorologie, par **M. É. Vanderlinden** 693
Botanique économique, par **M. É. D. W.** 697

Imp Fr. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60, Louvain

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIÈME SÉRIE

TOME XXIII — 20 JANVIER 1913

(TRENTE-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME LXXIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

(M. J. Thirion)

11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1913

LIVRAISON DE JANVIER 1913

I. — JUBILÉ PROFESSORAL DE M. A. VAN GEHUCHTEN, p. 5.

II. — LA RÉORGANISATION MILITAIRE DE LA BELGIQUE, par **M. Jean Nélusey**, p. 31.

III. — L'ÉVOLUTION DE LA CHIMIE PHYSIQUE, par **M. Georges Lemoine**, p. 61.

IV. — SITUATION ÉCONOMIQUE DU ROYAUME-UNI COMPARÉE A CELLE DE L'ALLEMAGNE, par **M. H. Mansion**, p. 85.

V. — RÉCEPTION PHOTOGRAPHIQUE DES RADIOTÉLÉGRAMMES ET PAR CE MOYEN COMPARAISONS PRÉCISES DES PENDULES ASTRONOMIQUES ET DES CHRONOMÈTRES A DISTANCE, par le **R. P. J. D. Lucas, S. J.**, p. 128.

VI. — LA MÉCANIQUE DE LA LOCOMOTION ANIMALE, par **M. J. Delemer**, p. 168.

VII. — LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES ET LA PHILOSOPHIE SPIRITUALISTE, par le **R. P. L. Boule, S. J.**, p. 192.

VIII. — LA VALENCE CHIMIQUE *(Appendice)*, par **M. P. Bruylants**, p. 229.

IX. — VARIÉTÉS. — *L'organisation et la situation actuelle de l'Enseignement Agricole en Belgique*, par **M. L. Vandervaeren**, p. 237.

X. — BIBLIOGRAPHIE. — I. L'Équation de Fredholm et ses Applications à la Physique mathématique, par B. Heywood et M. Fréchet. — Introduction à la Théorie des Équations intégrales, par T. Lalesco, **Adhemar**, p. 272. — II. Éléments de la théorie des groupes de substitutions, par J.-A. de Séguier, **M. O.**, p. 273. — III. Œuvres de Charles Hermite, publiées par É. Picard, **M. O.**, p. 276. — IV. An elementary Treatise on Cross-Ratio Geometry, par le Rev. J. J. Milne, **F. W.**, p. 277. — V. Hermann Grassmanns gesammelte mathematische und physikalische Werke, **W.**, p. 279. — VI. Cours de Trigonométrie, par Th. Caronnet, **M. O.**, p. 279. — VII. Essai de Géométrie Analytique modulaire à deux dimensions, par G. Arnoux, **M. O.**, p. 280. — VIII. Tables de logarithmes avec 3 quatrades et nombres correspondants avec 12-13 chiffres, par A. Guillemin, **M. O.**, p. 280. — IX. B. G. Teubner's Verlagskatalog auf dem Gebiete der Mathematik, Naturwissenschaften, Technik, **W.**, p. 282. — X. La logique déductive, par A. Padoa, **F. W.**, p. 282. — XI. Mécanique appliquée, par John Perry, **H. G.**, p. 288. — XII. Les canalisations isolées, par J. Grosselin, **J. H.**, p. 292. — XIII. La théorie des ions et l'électrolyse, par Auguste Hollard, **H. d. G.** p. 293. — XIV. Cours de routes et voies ferrées sur chaussées, par H. Heude, **R. v. d. M.**, p. 296. — XV. Cours de ponts métalliques, par Jean Résal, **R. v. d. M.**, p. 300. — XVI. Organes des machines opératrices et des transmissions, par L. Jacob, **G. C.**, p. 302. — XVII. Théorie du navire, par M. Bourdelle, **G. M.**, p. 303. — XVIII. Constructions navales. Coque, par J. Rougé, **G. M.**, p. 307. — XIX. Les Tremblements de Terre, par M. H. Douxami, **G. Delépine**, p. 309. — XX. Les parathyroïdes, par Louis Morel, **J. Maréchal**, p. 312. — XXI. Le goût et l'odorat, par L. Larguier des Bancels, **J. Maréchal**, p. 313. — XXII. Zigzags au pays de la Science, par A. Acloque, **N. N.**, p. 314. — XXIII. Quatre Français, par Denys Cochin, **C. de Kirwan**, p. 315. — XXIV. Les embarras de l'Allemagne, par G. Blondel, **Éd Van der Smissen**, p. 317. — XXV. The sociological value of christianity, par G. Chatterton-Hill, **A. Vermeersch, S. J.**, p. 318.

XI. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Astronomie, par **N. N.**, p. 233. — Physique du Globe, par **J. T.**, p. 334. — Biologie, par **L. R.**, p. 341.

XII. — NÉCROLOGIE. — *Henri Desplats*, **la Rédaction**, p. 348.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXV, 1875 à 1911. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, commencée en 1902. Les deux volumes annuels, de 700 pages in-8° chacun, ... fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Un vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de 5 fr.; pour les abonnés . . fr. **2 00**

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Un vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **7 50**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pages (1904) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Éd. Van der Smissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905). . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : **T. I.** Introduction, Éd. Van der Smissen. I. La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque, H. Francotte. II. Bruges au Moyen âge, G. Eeckhout. III. Barry, H. Laporte. IV. Beira, Ch. Morisseaux. V. Liverpool, P. de Rousiers. VI. Anvers, E. Dubois et M. Theunissen. VII. Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans. (Épuisé.) **T. II.** VIII. Londres, G. Eeckhout. IX. Délos, A. Roersch. X. Rotterdam, J. Charles. XI. Gênes au Moyen âge, J. Hanquet. XII. Marseille, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. III.** XIII. Le Port moderne de Gênes, M. Theunissen. XIV. Ostende. L.-Th. Léger. XV. Jaffa, P. Gendebien. XVI. Lisbonne, Ch. Morisseaux. XVII. Le Havre, G. Blondel. XVIII. Hambourg, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. Rio-de-Janeiro, F. Georlette. XX. Han-Kow. A. Vanderstichele. Prix: 3 francs. **T. IV.** XXI. Barcelone et Bilbao, J. Charles. XXII. Buenos-Aires, M. Theunissen. XXIII. Brême, J. Charles. XXIV. New-York, Paul Hagemans. XXV. Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent, Alphonse Roersch. XXVI. Shanghaï, A. A. Fauvel. XXVII. Zeebrugge, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. V.** XXVIII. Rouen, G. Blondel. XXIX. Montréal, M. Dewavrin. XXX. Seattle et Tacoma, M. Rondet-Saint. XXXI. Trieste, Fiume, Venise, M. Dewavrin. XXXII Venise au moyen âge, C. Terlinden. XXXIII. Les ports du Nord-Est de l'Angleterre, J. Meuwissen. — Conclusions, G. Blondel. — Appendices : L'administration des Ports, J. Charles, S. J.; L'industrie des transports maritimes, H. Mansion. Prix : 3 francs.

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8° de 48 pages (1907) . . . . . fr. **0 75**

DE LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in-8° de 29 pages (1908) fr. **0 75**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901). La livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25** %; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la REVUE. Un vol. du format de la REVUE de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.

Louvain. — Imp. F. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. Cath., c. IV.

TROISIEME SÉRIE

TOME XXIII — 20 AVRIL 1913

(TRENTE-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME LXXIII DE LA COLLECTION)

LOUVAIN
SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE
(M. J. Thirion)
11, RUE DES RÉCOLLETS, 11

1913

LIVRAISON D'AVRIL 1913

I. — LOUIS HENRY (1834-1913), par **M. P. Mansion,** p. 349.

II. — LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES ET LA PHILOSOPHIE SPIRITUALISTE *(suite et fin)*, par le **R. P. L. Boule, S. J.,** p. 352.

III. — LE R. P. J. VAN DEN GHEYN, par le **R. P. P. Peeters, S. J.,** p. 389.

IV. — LA RÉORGANISATION MILITAIRE DE LA BELGIQUE *(suite et fin)*, par **M. Jean Nélusey,** p. 397.

V. — ORIENTATIONS NOUVELLES DANS L'ÉTUDE DU MÉTABOLISME ANIMAL, par le **R. P. J. Maréchal,** p. 438.

VI. — SITUATION ÉCONOMIQUE DU ROYAUME-UNI COMPARÉE A CELLE DE L'ALLEMAGNE *(suite et fin)*, par **M. H. Mansion,** p. 492.

VII. — LA PERCEPTION DU MONDE EXTÉRIEUR, par le **R. P. R. de Sinéty,** p. 540.

VIII. — VARIÉTÉS. — I. *J.-J. Sylvester (1814-1897)*, par **M. P. Mansion**, p. 568. — II. *La rotation des planètes et la théorie des marées*, par **M. le Cte du Ligondès**, p. 579. — III. *Les mondes présents, passés ou futurs*, par **M. C. de Kirwan**, p. 598.

IX. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours d'Analyse infinitésimale, par Ch.-J. de la Vallée-Poussin, tome II, **R. d'Adhémar**, p. 615. — II. Problèmes d'Analyse mathématique, par E. Fabry, **R. d'Adhémar**, p. 616. — III. Leçons sur les singularités des formes analytiques, par Paul Dienes, **M. O.**, p. 617. — IV. Lehrbuch der Funktionentheorie, par le Dr W.-F. Osgood, **W.**, p. 619. — V. Cours de Géométrie infinitésimale, par G. Demartres, **M. O.**, p. 619. — VI. Les appareils d'intégration, par H. de Morin, **M. O.**, p. 622. — VII. Paul Tannery. Mémoires scientifiques, publiés par J.-L. Heiberg et H.-G. Zeuthen, **H. Bosmans, S. J.**, p. 624. — VIII. Leçons sur les Hypothèses Cosmogoniques, par Henri Poincaré, **N. N.**, p. 625. — IX. Cours de physique générale, par H. Olivier, tome II, **L. R.**, p. 627. — X. I. Optique géométrique, par J. Blein; II. Instruments optiques d'observation et de mesure, par J. Raibaud, **Ph. du P.**, p. 628. XI. Optique physique, par R.-W. Wood, **J. T.**, p. 631. — XII. Radioactive substances and their radiations, by E. Rutherford, **V. S.**, p. 635. — XIII. Notes et formules de l'Ingénieur, par De Laharpe, **J. H.**, p. 637. — XIV. Les moteurs à combustion interne, par Aimé Witz, **Ph. du P.**, p. 637. — XV. Freinage du matériel de chemin de fer, par P. Gosselez et A. Jonet, **G. C.**, p. 643. — XVI. Propagation des courants électriques dans les conducteurs téléphoniques et télégraphiques, par J.-A. Fleming, **I. T.**, p. 646. — XVII. Les Textiles végétaux, par J. Beauverie, **D. W.**, p. 649. — XVIII. A Manual Flora of Egypt par le Dr Reno Muschler, **É. D. W.**, p. 651. — XIX. La pression osmotique et le mécanisme de l'osmose, par Pierre Girard, **J. Maréchal**, p. 653. — XX. Traité de Chimie inorganique, par A.-F. Holleman, **H. de Greeff S. J.**, p. 653. — XXI. Savants du jour. — Armand Gautier, **X.**, p. 660. — XXII. Le falsificazioni di Ernesto Haeckel, par les Drs A. Brass et A. Gemelli, **Dr J. M.**, p. 661. — XXIII. Les Nerveux, par l'abbé J. Toulemonde, **É. E.**, p. 663. — XXIV. De Vasectomia duplici necnon de matrimonio mulieris excisae, par le R. P. J.-B. Ferreres, S. J., **J. S**, p. 663. — XXV. Cours de Droit forestier, par Ch. Guyot, **C. de Kirwan**, p. 664. — XXVI. Piccola Biblioteca scientifica della Rivista di Filosofia Neo-Scolastica, **J. M**, p. 668.

X. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — I. Sciences techniques, par **M. M. Demanet**, p. 669. — II. Entomologie, par le **R. P. L. Navàs, S. J.**, p. 681. — III. Météorologie, par **M. . Vanderlinden**, p. 693. — IV. Botanique économique, par **M. É. D. W.**, p. 697.

PUBLICATIONS DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, t. I à t. XXXV, 1875 à 1911. Chaque vol. in-8° de 400 à 600 pages fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des vingt-cinq premiers volumes des ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE (1875-1901). Un vol. in-8° de 250 pages (1904), en vente au prix de . . . . . fr. **3 00**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES. Première série, 1877 à 1891. Trente volumes. Seconde série, 1892 à 1901. Vingt volumes. Troisième série, commencée en 1902. Les deux volumes annuels, de 700 pages in-8° chacun, ... fr. **20 00**

TABLE ANALYTIQUE des cinquante premiers volumes de la REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES (1877-1901). Un vol. in-8° de XII-168 pages, petit texte (1904), en vente au prix de 5 fr.; pour les abonnés . . fr. **2 00**

Ph. Gilbert. Mémoire sur l'application de la méthode de Lagrange à divers problèmes de mouvement relatif. Deuxième édition (1889). Un vol. in-8° de 150 pages . . . . . fr. **7 50**

DISCUSSION SUR LE FŒTICIDE MÉDICAL. Brochure in-8° de 38 pages (1904) . . . . . fr. **1 00**

LA CRISE DU LIBRE-ÉCHANGE EN ANGLETERRE. Rapports de MM. G. Blondel, Ch. Dejace, A. Viallate, Emm. de Meester, P. de Laveleye, Éd. Van der Smissen. Brochure in-8° de 121 pages (1905). . fr. **2 00**

LES PORTS ET LEUR FONCTION ÉCONOMIQUE : T. I. Introduction, Éd. Van der Smissen. I. La Fonction économique des Ports dans l'Antiquité grecque, H. Francotte. II. Bruges au Moyen âge, G. Eeckhout. III. Barry, H. Laporte. IV. Beira, Ch. Morisseaux. V. Liverpool, P. de Rousiers. VI. Anvers, E. Dubois et M. Theunissen. VII. Les Ports et la vie économique en France et en Allemagne, G. Blondel. Un vol. in-8° de 183 pages, figures et plans. (Épuisé.) **T. II.** VIII. Londres, G. Eeckhout. IX. Délos, A. Roersch. X. Rotterdam, J. Charles. XI. Gênes au Moyen âge, J. Hanquet. XII. Marseille, G. Blondel. Un vol. in-8° de 123 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. III.** XIII. Le Port moderne de Gênes, M. Theunissen. XIV. Ostende. L.-Th. Léger. XV. Jaffa, P. Gendebien. XVI. Lisbonne, Ch. Morisseaux. XVII. Le Havre, G. Blondel. XVIII. Hambourg, P. de Rousiers et J. Charles. XIX. Rio-de-Janeiro, F. Georlette. XX. Han-Kow. A. Vanderstichele. Prix : 3 francs. **T. IV.** XXI. Barcelone et Bilbao, J. Charles. XXII. Buenos-Aires, M. Theunissen. XXIII. Brême, J. Charles. XXIV. New-York, Paul Hagemans. XXV. Le Port de Pouzzoles dans l'Antiquité, d'après un livre récent, Alphonse Roersch. XXVI. Shanghaï, A. A. Fauvel. XXVII. Zeebrugge, J. Nyssens-Hart. Un vol. in-8° de 184 pages, figures et plans. Prix : 3 francs. **T. V.** XXVIII. Rouen, G. Blondel. XXIX. Montréal, M. Dewavrin. XXX. Seattle et Tacoma, M. Rondet-Saint. XXXI. Trieste, Fiume, Venise, M. Dewavrin. XXXII Venise au moyen âge, C. Terlinden. XXXIII. Les ports du Nord-Est de l'Angleterre, J. Meuwissen. — Conclusions, G. Blondel. — Appendices : L'administration des Ports, J. Charles, S. J.; L'industrie des transports maritimes, H. Mansion. Prix : 3 francs.

SUR QUELQUES POINTS DE MORALE SEXUELLE DANS SES RAPPORTS AVEC LA MÉDECINE. Rapport de M. le Dr X. Francotte. Brochure in-8° de 48 pages (1907) . . . . . fr. **0 75**

DE LA DÉPOPULATION PAR L'INFÉCONDITÉ VOULUE. Rapport de M. le Dr Henri Desplats, et discussion. Brochure in-8° de 29 pages (1908) fr. **0 75**

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE PAR

LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

TROISIÈME SÉRIE

Cette revue de haute vulgarisation, fondée en 1877 par la Société scientifique de Bruxelles, se compose actuellement de deux séries : la **première série** comprend 30 volumes (1877-1891) ; la **deuxième**, 20 volumes (1892-1901). La livraison de janvier 1902 a inauguré la **troisième série**.

La revue paraît en livraisons trimestrielles de 352 pages, à la fin de janvier, d'avril, de juillet et d'octobre. Chaque livraison renferme trois parties principales.

La **première partie** se compose d'**Articles originaux**, où sont traités les sujets les plus variés se rapportant à l'ensemble des sciences mathématiques, physiques, naturelles, sociales, etc.

La **deuxième partie** consiste en une **Bibliographie scientifique**, où l'on trouve un compte rendu détaillé et l'analyse critique des principaux ouvrages scientifiques récemment parus.

La **troisième partie** consiste en une **Revue des Revues et des Publications périodiques**, où des écrivains spéciaux résument ce qui paraît de plus intéressant dans les archives scientifiques et littéraires de notre temps.

Chaque livraison contient ordinairement aussi un ou plusieurs articles de **Variétés**.

CONDITIONS D'ABONNEMENT

Le prix d'abonnement à la Revue des Questions scientifiques est de **20 francs** par an. Les membres de la Société scientifique de Bruxelles ont droit à une réduction de **25** %; le prix de leur abonnement est donc de **15 francs** par an.

Table analytique des cinquante premiers volumes de la Revue. Un vol. du format de la Revue de XII-168 pages. Prix : 5 francs ; pour les abonnés, 2 francs.

Des volumes isolés seront fournis aux nouveaux abonnés à des conditions très avantageuses.

S'adresser pour tout ce qui concerne la **Rédaction** *et l'***Administration** *au secrétariat de la Société scientifique, 11, rue des Récollets, Louvain.*

Une Notice sur la Société scientifique, son but, ses travaux, est envoyée gratuitement à ceux qui en font la demande au secrétariat.

Louvain. — Imp. F. Ceuterick, rue Vital Decoster, 60.

• 3 23 1913
514

AMNH LIBRARY
100226273